État de la situation des espèces envahissantes marines du Québec

Nathalie Simard, Selma Pereira, Rafael Estrada et Madeleine Nadeau

Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, Route de la Mer
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

2013

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 3020

Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada

Canada

Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports manuscrits contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui traitent de problèmes nationaux ou régionaux. La distribution en est limitée aux organismes et aux personnes de régions particulières du Canada. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques de Pêches et Océans Canada, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports manuscrits peuvent être cités comme des publications à part entière. Le titre exact figure au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports manuscrits sont résumés dans la base de données *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*.

Les rapports manuscrits sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre.

Les numéros 1 à 900 de cette série ont été publiés à titre de Manuscrits (série biologique) de l'Office de biologie du Canada, et après le changement de la désignation de cet organisme par décret du Parlement, en 1937, ont été classés comme Manuscrits (série biologique) de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 901 à 1425 ont été publiés à titre de Rapports manuscrits de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 1426 à 1550 sont parus à titre de Rapports manuscrits du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 1551.

Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Manuscript reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which deals with national or regional problems. Distribution is restricted to institutions or individuals located in particular regions of Canada. However, no restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of Fisheries and Oceans Canada, namely, fisheries and aquatic sciences.

Manuscript reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Manuscript reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page.

Numbers 1-900 in this series were issued as Manuscript Reports (Biological Series) of the Biological Board of Canada, and subsequent to 1937 when the name of the Board was changed by Act of Parliament, as Manuscript Reports (Biological Series) of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 1426 - 1550 were issued as Department of Fisheries and Environment, Fisheries and Marine Service Manuscript Reports. The current series name was changed with report number 1551.

Rapport manuscrit canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 3020

2013

ÉTAT DE LA SITUATION DES ESPÈCES ENVAHISSANTES MARINES DU QUÉBEC (2004-2011)

par

Nathalie Simard[1], Selma Pereira[2], Rafael Estrada[1] et Madeleine Nadeau[3]

1 Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, Direction régionale des Sciences, 850 route de la Mer, Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

2 Pêches et Océans Canada, Direction régionale de la gestion des écosystèmes, 235 chemin Principal, Cap-aux-Meules, Québec, G4T 1R7

3 Merinov, Centre d'innovation de l'aquaculture et des pêches du Québec, Direction de la production de la biomasse, 107-125 chemin du Parc, Cap-aux-Meules, Québec, G4T

© Sa majesté la Reine du Chef du Canada, 2013
N° de cat. Fs 97-6/3020F ISSN 0706-6589

On devra citer la publication comme suit :

Simard N., S. Pereira, R. Estrada et M. Nadeau. 2013. État de la situation des espèces envahissantes marines au Québec. Rapp. manus. Can. sci. halieut. aquat. 3020 : viii+ 61 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX iv
LISTE DES FIGURES iv
RÉSUMÉ vii
1. INTRODUCTION 1
2. MÉTHODOLOGIE 3
2.1 CRABE VERT AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE 3
2.1.1 Monitorage 3
2.1.2 Contrôle 4
2.1.3 Contenus stomacaux 5
2.1.4 Autres taxons capturés dans les casiers 5
2.1.5 Température, salinité et granulométrie 5
2.2 CRABE VERT EN GASPÉSIE 6
2.3 TUNICIERS ET AUTRES ESPÈCES ENVAHISSANTES 6
2.3.1 Collecteurs (plaques/pétris) de détection 6
2.3.2 Plongées sous-marines 8
2.3.3 Température et salinité 8
2.3.4 Statistiques 8
3. RÉSULTATS ET DISCUSSION 9
3.1 CRABE VERT AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE 9
3.1.1 Comparaison du succès de capture des casiers pyramidaux et Fukui 9
3.1.2 Captures annuelles totales 9
3.1.3 Captures annuelles totales (casier et verveux) par site d'échantillonnage 10
3.1.4 Prises par unité d'effort 10
3.1.5 Crabes juvéniles 12
3.1.6 Structures de taille 13
3.1.7 Contenus stomacaux 13
3.1.8 Autres taxons capturés dans les casiers 14
3.1.9 Granulométrie 15
3.2 CRABE VERT EN GASPÉSIE 15
3.3 TUNICIERS ET AUTRES ESPÈCES ENVAHISSANTES 15
3.3.1 Botrylle étoilé (*Botryllus schlosseri*) 15
3.3.2 Botrylloide violet (*Botrylloides violaceus*) 18
3.3.3 Ascidie jaune (*Ciona intestinalis*) 19
3.3.4 *Diplosoma listerianum* 21
3.3.5 Autres espèces envahissantes 22
4. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 24
5. REMERCIEMENTS 26
6. RÉFÉRENCES 27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Activités de monitorage et de contrôle du crabe vert réalisées aux Îles de la Madeleine de 2004 à 2011.....31

Tableau 2. Sites et périodes d'échantillonnage du programme de monitorage des EAE à l'aide de collecteurs de détection (plaques/pétris) de 2006 à 2011. P-É : Printemps-Été; É-A : Été-Automne; P-A : Printemps-Automne.....34

Tableau 3. Sites et périodes d'échantillonnage du programme de monitorage des EAE en plongée sous-marine de 2006 à 2011. M : mars; J : juillet; A : août; S : septembre; O : octobre; N : novembre et D : décembre.....36

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Engins de pêche utilisés pour la capture du crabe vert. 37

Figure 2. Sites et années de monitorage et de contrôle du crabe vert aux Îles de la Madeleine de 2004 à 2011.....38

Figure 3. Illustration du montage d'un collecteur de détection (plaques/pétris) d'espèces aquatiques envahissantes.....39

Figure 4. Sites et années de monitorage des espèces aquatiques envahissantes à l'aide des collecteurs de détection et des plongées sous-marines aux Îles de la Madeleine de 2006 à 2011.....40

Figure 5. Sites et années de monitorage des espèces aquatiques envahissantes à l'aide des collecteurs de détection et des plongées sous-marines en Gaspésie et sur la Côte Nord du Québec de 2006 à 2011.....41

Figure 6. Captures annuelles totales de crabes verts (mâle, femelle et sexe indéterminé) aux Îles-de-la-Madeleine de 2004 à 2011. Le pourcentage de crabes verts capturés par les casiers (C) et les verveux (V) est indiqué dans un encadré au-dessus des histogrammes 42

Figure 7. Captures annuelles totales (casiers et verveux) de crabes verts (mâle, femelle et sexe indéterminé) par site aux Îles-de-la-Madeleine de 2004 à 2011. Les nombres insérés dans les graphiques indiquent un nombre total de crabes lorsque n<5.....43

Figure 8. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers (pyramidal et Fukui) aux Îles-de-la-Madeleine de 2008 à 2011 (monitorage automnal et contrôle).....44

Figure 9. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers (pyramidaux et Fukui) en 2008 durant le monitorage (bassin aux Huîtres) et le contrôle (bassin aux Huîtres, baie du Bassin et baie du Havre aux Basques) aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures et salinités moyennes journalières sont présentées pour chacun des sites échantillonnés.....45

Figure 10. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers de type Fukui en 2009 durant le monitorage automnal (M) et le contrôle (C) dans les sites suivis aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures et salinités moyennes journalières mesurées sont présentées pour chacun des sites échantillonnés.....46

Figure 11. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers de type Fukui durant les deux périodes de monitorage en 2010 (**a**) et 2011 (**b**) dans les sites suivis aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures et salinités moyennes journalières mesurées sont présentées pour chacun des sites échantillonnés.....47

Figure 12. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers de type Fukui lors des pêches intensives (contrôle) de 2010 et 2011 aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures moyennes journalières mesurées sont présentées pour la baie du Bassin.....48

Figure 13. Structures de taille des crabes verts (largeur du céphalothorax) capturés aux Îles-de-la-Madeleine dans la baie du Bassin (2006 et 2008), la baie du Havre aux Basques (2006-2008) et le bassin aux Huîtres (2004, 2007 et 2008).....49

Figure 14. Structures de taille des crabes verts (largeur de céphalothorax) capturés dans les sites suivis aux Îles-de-la-Madeleine de 2009 à 2011.....50

Figure 15. Proportion (%) de crabes verts tous sites confondus contenant les différents types de proies (**a**) et proportion (%) de crabes verts contenant les divers types de proies à chaque site échantillonné (**b**). BH : bassin aux Huîtres; BB : baie du Bassin ; HB : baie du Havre aux Basques.....51

Figure 16. Captures journalières (%) de crabes verts et de crabes communs dans le bassin aux Huîtres (2008-2009) et dans la baie du Bassin (2010-2011). Pour faciliter la comparaison, les encadrés sur les figures de 2008 et 2010 indiquent la période au cours de laquelle la pêche a eu lieu dans les deux sites l'année suivante.....52

Figure 17. Composition moyenne (% + erreur standard) des sédiments prélevés dans chacun des sites échantillonnés en 2008 aux Îles-de-la-Madeleine. 53

Figure 18. Sites et années d'observations du botrylle étoilé (*B. schlosseri*) sur les collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.....54

Figure 19. Recouvrement (% + erreur standard) du botrylle étoilé sur les collecteurs de détection (plaques et pétris) de 2006 à 2011 aux sites du havre du Havre Aubert, Cap-aux-Meules, lagune du Havre aux Maisons (marina) et havre de la Grande Entrée (quai).....55

Figure 20. Sites et années d'observations du botrylloïde violet (*B. violaceus*) sur les collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.....56

Figure 21. Sites et années d'observations de l'ascidie jaune (*C. intestinalis*) sur les collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.....57

Figure 22. Site et années d'observations de la caprelle japonaise (*C. mutica*) sur des collecteurs de détection aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.....58

Figure 23. Sites et années d'observations de la caprelle japonaise (*Caprella mutica*) sur des collecteurs de détection et en plongée sous-marine en Gaspésie de 2006 à 2011.....59

Figure 24. Sites et années d'observations du bryozoaire *Membranipora membranacea* sur des collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.....60

Figure 25. Sites et années d'observations du bryozoaire *Membranipora membranacea* sur des collecteurs de détection et en plongée sous-marine en Gaspésie et sur la Côte-Nord de 2006 à 2011.....61

RÉSUMÉ

Simard, N., S. Pereira, R. Estrada, et M. Nadeau. 2013. État de la situation des espèces envahissantes marines du Québec. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3020 : viii + 61p.

Un programme de monitorage des espèces aquatiques envahissantes a été mis en place dans les différents secteurs maritimes du Québec. Le présent rapport dresse un portrait de la situation des espèces aquatiques envahissantes aux Îles-de-la-Madeleine, en Gaspésie et sur la Côte-Nord. Depuis 2003, diverses espèces aquatiques envahissantes ont été détectées aux Îles-de-la-Madeleine : l'algue verte Codium (*Codium fragile* spp. *fragile*) en 2003, le crabe vert (*Carcinus maenas*) et la caprelle japonaise (*Caprella mutica*) en 2004, de même que le botrylle étoilé (*Botryllus schlosseri*) et le bryozoaire *Membranipora membranacea* en 2006. L'ascidie jaune (*Ciona intestinalis*) a également été observée à Cap-aux-Meules sur des collecteurs de détection en 2006 et 2009-2011. À l'exception de l'ascidie jaune qui semble restreinte à Cap-aux-Meules, ces espèces sont maintenant distribuées dans la majorité des plans d'eau des Îles. Un nouveau tunicier envahissant (*Diplosoma listerianum*) a été observé pour la première fois sur la côte Est du Canada à la marina de Havre-Aubert en 2008. Pour la Gaspésie, la caprelle japonaise et le bryozoaire *M. membranacea* sont observés depuis quelques années alors que le crabe vert a été détecté pour la première fois en 2011. Le bryozoaire *M. membranacea* a été rapporté pour la première fois sur la Côte-Nord en 2011.

Les informations issues de ce programme de monitorage sont nécessaires à la production d'avis scientifiques, la réalisation d'analyses de risque et aident à identifier les priorités de recherche sur les espèces aquatiques envahissantes.

ABSTRACT

Simard, N., S. Pereira, R. Estrada and M. Nadeau. 2013. State of marine invasive species in Quebec. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3020 : viii + 61p.

An aquatic invasive species monitoring program has been implemented in a number of marine areas of Quebec. This report presents the current status of invasive species present in the Magdalen Islands on the Gaspe Peninsula and on the North Coast of the St. Lawrence River/Estuary. Since 2003, several invasive species have been detected in the Magdalen Islands including the green algae Codium (*Codium fragile* spp. *fragile*) in 2003, the green crab (*Carcinus maenas)* and the Japanese shrimp (*Caprella mutica*) in 2004, as well as the golden star (*Botryllus schlosseri*) and the bryozoan *Membranipora membranacea* in 2006. The vase tunicate (*Ciona intestinalis*) was also observed on collectors in Cap-aux-Meules in 2006 and 2009-2011. With the exception of the vase tunicate which seems to be restricted to Cap-aux-Meules, these species are presently distributed in most of the lagoons in the Magdalen Islands. For the first time on the East coast of Canada, the invasive tunicate Diplosoma (*Diplosoma listerianum*) was observed in 2008 in the Havre-Aubert marina. In the Gaspe Peninsula, the Japanese shrimp and *M. membranacea* have been observed in recent years. However, the green crab was observed for the first time in 2011. The bryozoan *M. membranacea* was reported for the first time on the North Coast in 2011.

Data issued from this monitoring program are required to produce scientific advice and risk assessments and help identify research priorities for aquatic invasive species.

1. INTRODUCTION

Les espèces aquatiques envahissantes (EAE) peuvent avoir des conséquences néfastes sur les espèces indigènes de même que sur l'ensemble des écosystèmes (Dijkstra *et coll.* 2007a; Lambert 2001). Le crabe vert (*Carcinus maenas*) et les tuniciers envahissants (par exemple, *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri*, *Botrylloides violaceus*, *Styela clava*) sont actuellement les EAE les plus préoccupantes dans les secteurs maritimes du Québec. Les tuniciers envahissants peuvent avoir un impact important sur l'industrie aquacole (Lutz-Collins *et coll.* 2009 ; Carver *et coll.* 2006a,b; Clarke et Therriault 2006). Plusieurs tuniciers exotiques, particulièrement l'ascidie jaune (*C. intestinalis*), ont causé des dommages considérables à l'industrie mytilicole à l'Île-du-Prince-Édouard en augmentant les coûts d'exploitation de la récolte et de la transformation des mollusques. Quant au crabe vert qui se nourrit d'une grande variété d'organismes marins, son invasion est particulièrement inquiétante pour les industries de la récolte et de la culture des mollusques et pour la pêche à l'anguille (Klassen et Locke 2007; Jamieson 2002). Cette espèce est d'ailleurs présumée responsable de la destruction de l'industrie de la mye commune (*Mya arenaria*) dans le Maine aux États-Unis (Smith et Chin 1951). Ses impacts potentiels (compétition et/ou prédation) sur le crabe commun et les juvéniles de homard constituent également une préoccupation majeure pour la préservation des écosystèmes et l'industrie de la pêche (Rossong *et coll.* 2006; Haarr 2008). D'autres espèces s'ajoutent à la liste des espèces envahissantes préoccupantes pour le Québec. En effet, les mytiliculteurs de la baie de Cascapédia dans la baie des Chaleurs ont rapporté une diminution du captage et de la croissance du naissain de moules (*Mytilus edulis*) depuis l'apparition de la caprelle japonaise (*Caprella mutica*) dans la baie de Cascapédia (B. Sainte-Marie et C. Turcotte, comm. pers.). De plus, des travaux de terrain et de laboratoire ont démontré un effet négatif de cette espèce sur la croissance du naissain de moules (Turcotte *et coll.* 2011, en préparation ; Turcotte 2010). Finalement, le bryozoaire Membranipora (*Membranipora membranacea*) est bien connu pour avoir des conséquences négatives sur les laminaires en formant des croûtes sur les lames, ce qui les rend très fragiles aux bris par le courant. Ceci peut avoir des conséquences importantes sur l'écosystème et la culture d'algues (Scheibling 1999 ; Gendron *et coll.* 2007).

À l'exception des Îles-de-la-Madeleine, plusieurs EAE, telles que l'algue verte *Codium fragile* spp. *fragile* et certains tuniciers envahissants (*C. intestinalis* et *B. violaceus*), présents dans le sud du Golfe et/ou la côte est américaine n'ont pas encore été observées au Québec. Cependant, les connaissances sur ces espèces et les analyses de risque indiquent qu'elles pourraient s'établir dans plusieurs endroits et donc potentiellement causer des dommages similaires à ceux observés dans le sud du Golfe et aux Îles-de-la-Madeleine (Drouin et McKindsey 2007 ; Therriault et Herborg 2007 ; Therriault *et coll.* 2008). Afin de

détecter le plus tôt possible ces espèces et documenter leur progression, leur dispersion et leur distribution, il est essentiel d'avoir en place un programme de monitorage et de sensibilisation du public couvrant l'ensemble du territoire maritime du Québec.

La participation du public est un atout majeur aux efforts de détection. Aux Îles-de-la-Madeleine, suite à l'apparition de *C. fragile* spp. *fragile* en 2003 (Simard *et coll.* 2007) et à la première observation du crabe vert en 2004 (Paille *et coll.* 2006), le ministère des Pêches et des Océans (MPO; secteur des Îles-de-la-Madeleine) a travaillé à la formation d'un réseau d'alerte sur les EAE, formé de bénévoles de la région, afin d'accroître les possibilités de détecter rapidement la présence d'une nouvelle espèce envahissante. Ce réseau d'alerte formé en 2006 et regroupant un large éventail de personnes et d'intervenants du milieu vise également à obtenir de l'information continue sur la distribution des espèces envahissantes déjà établies. Bien qu'il n'y ait pas encore un réseau d'alerte officiel en Gaspésie et sur la Côte-Nord, quelques efforts de sensibilisation des différents acteurs du milieu marin (aquaculteurs, pêcheurs, agents des pêches) ont eu lieu à l'aide de rencontres informelles et de la distribution d'outils de sensibilisation sur les espèces envahissantes.

Le présent rapport vise à dresser un portrait de la situation des EAE au Québec. Il présente une synthèse des résultats des principales activités de monitorage, de détection et de contrôle sur les EAE qui ont eu lieu aux Îles-de-la-Madeleine, en Gaspésie et sur la Côte-Nord de 2004 à 2011. Les informations présentées dans ce rapport ont été récoltées grâce à la collaboration en ressource humaine et financière de nombreux partenaires. Les activités de monitorage et de contrôle du crabe vert ont été supportées par le MPO depuis 2004 (via le programme fédéral sur les espèces aquatiques envahissantes et le secteur des Îles-de-la-Madeleine) et par Merinov en 2010 et 2011. La participation des pêcheurs d'anguilles des Îles-de-la-Madeleine et des membres du réseau d'alerte des Îles a également été essentielle à l'avancement des connaissances sur la distribution de cette espèce. Les premiers efforts de détection des tuniciers envahissants au Québec ont été réalisés aux Îles-de-la-Madeleine et en Gaspésie en 2006 et 2007, respectivement, par les scientifiques du MPO de la région du Golfe et du gouvernement provincial (MAPAQ aujourd'hui Merinov) dans le cadre d'un programme de monitorage utilisant des collecteurs (plaques/pétris) de détection. Ce programme a ensuite pris de l'expansion par l'ajout de plusieurs sites d'échantillonnage dans les différentes régions maritimes du Québec et a été bonifié par des suivis en plongée sous-marine et la standardisation du protocole. L'ensemble de ces efforts de suivi des tuniciers a été conjointement supporté par le MPO, Merinov et le Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine (via le programme de partenariat sur les espèces envahissantes d'Environnement Canada).

La première partie du document fait état des résultats des suivis du crabe vert (monitorage et contrôle) tandis que la deuxième partie présente les résultats du monitorage des autres espèces envahissantes (principalement les tuniciers).

Bien que l'algue verte Codium soit présente aux Îles-de-la-Madeleine, cette espèce envahissante n'est pas traitée dans ce rapport. Enfin, quelques recommandations concernant la poursuite des activités de monitorage et de contrôle de même que les priorités de recherche sont présentées dans la dernière partie du document.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 CRABE VERT AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE

2.1.1 Monitorage

Des efforts soutenus de monitorage du crabe vert ont été réalisés annuellement aux Îles-de-la-Madeleine depuis la découverte du crabe vert par un pêcheur d'anguille, en 2004. Afin d'identifier l'engin de pêche le plus approprié pour le monitorage et tenter de contrôler cette espèce dès sa détection, différentes méthodologies ont été évaluées au cours des premières années qui ont suivi cette découverte (Paille *et coll.* 2006; Tableau 1). La méthodologie d'échantillonnage (engins de pêche, disposition des engins, profondeur et distance entre les engins) a donc varié de 2004 à 2009 (Tableau 1). Le Tableau 1 présente également les dates d'échantillonnage, les sites visités, l'effort de pêche (nombre de casiers utilisés x nombre de jours) de même que les autres types de données recueillies (température, salinité, granulométrie, type de fond, espèces associées et contenus stomacaux) au cours des différents suivis. Paille *et coll.* (2006) présente une description détaillée de la méthodologie utilisée en 2004 et 2005. Les engins de pêche utilisés et les sites visités chaque année (2004-2011) sont également illustrés aux Figures 1 et 2.

À l'exception de quelques essais en 2004 et 2005 dans les parties plus profondes des plans d'eau où les casiers étaient disposés pour former des transects (Paille *et coll.* 2006), les casiers/trappes étaient disposés de façon parallèle à la côte de 2004 à 2008. Les casiers/trappes (casier à crabe commun, casier à homard modifié, casier pyramidal, casier de type Fukui et trappe à vairons) ont alors été disposés entre 0,5 et 2 mètres de profondeur et à des distances variant de 18 à 900 mètres (Tableau 1). En 2008, les casiers rectangulaires de type Fukui ont été utilisés pour la première fois et ont été comparés aux casiers pyramidaux. À l'exception de la lagune du Havre aux Maisons où deux casiers pyramidaux (CP) et deux casiers Fukui (CF) ont été utilisés, quatre CP et deux CF ont été utilisés dans chaque site d'échantillonnage. Pour ces sites, une ligne composée de trois CP (au centre) et deux CF (aux extrémités), distants les uns des autres de 18 mètres, a été disposée de façon parallèle à la côte à environ 0,5 mètre de profondeur à marée

basse. Le quatrième casier pyramidal a été mouillé, de façon indépendante, à un mètre de profondeur, vis-à-vis du casier central de la ligne. Une senne a également été utilisée en 2008 sur tous les sites, une fois par semaine et à une profondeur d'environ un mètre (Tableau 1).

À partir de 2009, le CF est devenu l'engin d'échantillonnage standard du programme de monitorage du crabe vert (C. McKenzie, MPO, Terre-Neuve et Labrador) dans l'est du Canada. L'approche standardisée consiste à immerger neuf casiers près de la côte à environ un mètre de profondeur à marée basse, en formation carrée (3x3) avec des mouillages indépendants et séparés de trois mètres les uns des autres. Le monitorage est réalisé à deux périodes par année, soit au printemps (entre juin et début juillet) et à l'automne (entre fin août et septembre).

Pour tous les sites et années échantillonnés, les appâts utilisés dans les casiers ont été le maquereau bleu (*Scomber scombrus*) ou le hareng atlantique (*Clupea harengus*) et la durée de capture a été généralement de 24 heures (à l'exception de 2008 : 48 heures). Dans la mesure du possible, les casiers ont été déposés sur des herbiers de zostère. Utilisés à quelques reprises par le MPO en 2007, les verveux installés de façon perpendiculaire à la côte ont également été utilisés pour le suivi du crabe vert par les pêcheurs d'anguille (Tableau 1, Figure 1). Sur une base volontaire et selon une fréquence variable, plusieurs pêcheurs ont alors remis leurs captures annuelles au MPO.

Les crabes verts capturés ont été dénombrés, sexés et mesurés (largeur de la carapace en mm). Lorsque le sexe ne pouvait être déterminé (crabe juvénile possédant une largeur de carapace généralement inférieure à 10 mm), les crabes étaient classifiés dans la catégorie 'sexe indéterminé'. Pour les casiers/trappes, les prises par unité d'effort (PUE), représentant le nombre total de crabes capturé dans un casier/trappe par jour (individus/casier/jour), ont été calculées pour tous les sites d'échantillonnage.

2.1.2 Contrôle

À partir de 2006, une pêche intensive visant à réduire la population de crabe vert a été réalisée aux Îles-de-la-Madeleine. En 2008 et 2009, cette pêche s'est concentrée dans les sites où des crabes verts avaient été capturés lors du monitorage ou par des pêcheurs d'anguille (Tableau 1; Figure 2). En 2010, la pêche intensive a été concentrée au bassin aux Huîtres, à la baie du Bassin et aux quais de Grande-Entrée et Cap-aux-Meules, alors que tous les efforts de contrôle ont été investis à la baie du Bassin en 2011. Ces efforts de contrôle ont été réalisés sur des durées pouvant varier entre les sites et les années (Tableau 1). De plus, les crabes verts capturés par les pêcheurs d'anguille ont été remis au MPO (secteur Îles-de-la-Madeleine). De 2008 à 2010, tous les crabes verts capturés ont été dénombrés, sexés et mesurés (largeur de la carapace). En

2011, tous les crabes verts capturés ont été dénombrés et un maximum de 50 crabes par site par jour a été sexé et mesuré.

2.1.3 Contenus stomacaux

Tous les crabes verts capturés en 2008 dans le bassin aux Huîtres, la baie du Bassin (Grande Rivière) et la baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots) (252, 110 et 51 crabes, respectivement) ont été analysés pour la détermination des contenus stomacaux (Laboratoire de Rémy Rochette, Université du Nouveau-Brunswick, Saint-Jean, Nouveau-Brunswick). Dans un premier temps, les contenus stomacaux ont été extraits des crabes partiellement décongelés. Par la suite, les organismes et fragments présents ont été triés et identifiés au niveau taxonomique le plus élevé possible à l'aide d'une loupe binoculaire.

2.1.4 Autres taxons capturés dans les casiers

En 2004 et 2005, toutes les autres espèces présentes dans les casiers (espèces associées) ont été identifiées tandis qu'en 2006 et 2007, ces informations n'ont pas été récoltées. De 2008 à 2011, seuls les crabes et les poissons ont été notés. Puisque les casiers ne sont pas des engins appropriés pour l'échantillonnage de la plupart des espèces observées, seules les captures de crabe commun (*Cancer irroratus*) sont considérées comme des données quantitatives et sont présentées dans ce rapport. Les crabes communs capturés ont été dénombrés, sexés et mesurés (largeur de la carapace, en mm) de 2004 à 2009. Cependant, à partir de 2010, tous les crabes étaient dénombrés, mais un maximum de 50 crabes par site a été sexé et mesuré.

2.1.5 Température, salinité et granulométrie

De 2008 à 2011, la température et la salinité de l'eau ont été mesurées sur tous les sites à l'aide d'un thermosalinomètre YSI, modèle 85. Le type de fond (vase, sable, gravier, grès rouge) a été évalué visuellement sur les sites d'échantillonnage en 2008 et 2009. En 2008, des échantillons de sédiment ont été récoltés dans tous les sites d'échantillonnage et congelés aux fins d'analyse granulométrique. Au laboratoire, chaque échantillon de sédiment a d'abord été défloculé par addition de hexamétaphosphate de sodium et brassage par culbutage pendant 3 heures. Le sédiment a ensuite été tamisé sur un tamis de 2 mm et la fraction plus petite que 2 mm a été analysée avec un analyseur de taille des particules par diffraction laser LS13320 (Beckman Coulter) (Eshel *et coll.* 2004). Le LS13320 permet l'analyse des particules de taille comprise entre 0,04 et 2000 µm. Les résultats ont été synthétisés à l'aide de Gradistat v.4 (Blott et Pye 2001).

2.2 CRABE VERT EN GASPÉSIE

En août 2011, suite à la découverte de crabes verts juvéniles à Chandler et Grande-Rivière sur des collecteurs (plaques/pétris) de détection, des efforts de pêche ont été investis à Haldimand (barachois), Penouille (baie), Bridgeville (barachois), Chandler (marina et barachois), Carleton (marina et barachois), Pabos (barachois), Port-Daniel (quai de pêcheurs et barachois) et Bonaventure (marina et barachois). Neuf CF par site ont été installés (3 casiers par mouillage) de façon parallèle à la côte, à une profondeur d'environ un mètre à marée basse. La durée d'immersion était d'environ 24 heures et l'appât utilisé était le hareng (*C. harengus*). En septembre 2011, deux plongeurs ont également inspecté pendant au moins deux heures les habitats propices à cette espèce dans chacun des sites suivants : baie de Gaspé (marina), Sainte-Thérèse (marina), Grande-Rivière (marina et quai des pêcheurs), Carleton (marina et quais), Chandler (marina), Port-Daniel (quai des pêcheurs et marina) et Rivière-au-Renard (quai des pêcheurs et marina).

2.3 TUNICIERS ET AUTRES ESPÈCES ENVAHISSANTES

2.3.1 Collecteurs (plaques/pétris) de détection

Le montage des collecteurs de détection sur des lignes verticales et leur mise à l'eau ont été réalisés de 2006 à 2011 selon un protocole développé par les scientifiques du MPO (Daniel Bourque et Andrea Locke, Centre des pêches du golfe, Moncton, Nouveau-Brunswick). Ce protocole standardisé en 2008 est actuellement utilisé dans l'ensemble des régions du MPO de l'Est du Canada. Au total, 31 sites d'échantillonnage ont fait l'objet de suivis à l'aide de collecteurs de détection : huit aux Îles-de-la-Madeleine, 20 en Gaspésie et trois sur la Côte-Nord (Tableau 2; Figures 4 et 5).

Les plaques, faites de PVC, mesurent 0,3 cm d'épaisseur et 100 cm^2 (10x10 cm) de surface. Chaque plaque est dotée d'un trou au centre mesurant environ un centimètre de diamètre et les deux surfaces des plaques sont légèrement sablées. Trois plaques sont enfilées le long d'un cordage et espacées de 20 centimètres (Figure 3). À partir de 2008, une assiette de plastique circulaire de 24 centimètres de diamètre, dotée d'un court rebord et dans laquelle sont fixés trois plats de pétri, a été ajoutée sur chaque ligne selon une méthode développée par le MPO de la région des Maritimes (Bénédikte Vercaemer, Institut Océanographique de Bedford, Dartmouth, Nouvelle-Écosse). Ces assiettes ont été installées juste après la bouée de flottaison de façon à ce que la surface à l'intérieur des pétris soit dirigée vers le bas (Figure 3). À l'exception des sites aquacoles où les collecteurs étaient attachés sur les lignes de culture de moules ou de pétoncles, les collecteurs ont été installés à environ un mètre sous

la surface de l'eau, attachés sur des infrastructures portuaires ou en mouillage solitaire (avec poids et bouée de surface).

À chaque site d'échantillonnage, deux collecteurs ont été immergés durant les périodes suivantes :

- Printemps – Été (P-É) : début/mi-juin à la mi-août (environ 10 semaines);
- Été – Automne (É-A) : mi-août à la mi/fin octobre (environ 10 semaines) et;
- Printemps – Automne (P-A) : début/mi-juin – mi/fin octobre (plus de 20 semaines).

Un total de 6 collecteurs a donc été installé par site et année échantillonnés (Tableau 2). À la fin de chaque période d'immersion, deux collecteurs ont été retirés de l'eau. Cependant, en raison des risques plus élevés de perte de collecteurs et d'introduction d'EAE dû au trafic maritime important dans le quai de Cap-aux-Meules et la marina de Havre-Aubert, aux Îles-de-la-Madeleine, au moins trois collecteurs y ont été immergés à chaque période (neuf au total) à partir de 2008.

Une première observation sommaire des plaques/pétris et de l'ensemble de la structure a été réalisée à la sortie des collecteurs afin d'assurer une détection rapide. Les plaques de PVC et tous les plats de pétri (s'il y a lieu) ont été retirés des lignes, photographiés et insérés dans un bas de nylon. Ils ont ensuite été immergés pour conservation et analyse ultérieure dans une solution de formaldéhyde (4-5%) ou dans l'éthanol 95%. Au laboratoire, les tuniciers ont été identifiés (au plus haut niveau taxonomique possible) et dénombrés (espèces solitaires) ou quantifiés en pourcentage de recouvrement (espèces coloniales et solitaires). Les pourcentages de recouvrement des espèces ont été attribués en utilisant des catégories (0 : 0% ; 1 : 1-25% ; 2 : 26-50% ; 3 : 51-75% ; 4 : 76-99% et 5 : 100%). Des pourcentages de recouvrement moyens ont été calculés par période d'immersion et par année. Pour ce faire, les données de catégorie ont été transformées en valeurs numériques en utilisant la médiane de chaque intervalle de pourcentages de recouvrement (ex : catégorie 1 = 12,5%). Les spécimens douteux non identifiés ont été conservés pour analyse plus approfondie et/ou validation par des experts. Exceptionnellement, en 2011, les collecteurs ont été analysés dès leur sortie de l'eau et seulement les plaques et pétris ayant des spécimens inconnus ou dont l'identification devait être validée par un expert ont été conservés.

Bien que cet outil d'échantillonnage soit principalement conçu pour détecter et suivre la présence des tuniciers envahissants (ex : *B. schlosseri* et *C. intestinalis*), la présence de la caprelle japonaise (*C. mutica*) et du bryozoaire Membranipora (*M. membranacea*) a été notée sous la forme de présence-absence ou estimée avec des pourcentages de recouvrement.

2.3.2 Plongées sous-marines

Le monitorage des tuniciers envahissants a aussi été réalisé à l'aide d'inspections en plongée sous-marine dans les principaux plans d'eau des Îles-de-la-Madeleine (12 sites) de 2006 à 2011. En Gaspésie, des inspections en plongée ont été réalisées en 2008 (1 site), 2009 (5 sites) et 2011 (7 sites) (Tableau 3; Figures 4 et 5). Aucune inspection en plongée n'a été réalisée sur la Côte-Nord. Ces inspections visaient principalement à détecter de nouvelles EAE et suivre l'évolution de celles déjà présentes par l'observation directe des quais, cordages, coques de bateaux ou autres structures propices à supporter ces espèces. Pour chacun des sites, deux plongeurs inspectaient le plus de surface possible pendant environ deux heures. En présence d'espèces envahissantes connues, les plongeurs prenaient des photos du spécimen et marquaient le secteur colonisé par l'espèce sur une photo aérienne du site inspecté. En présence d'espèces inconnues, les plongeurs prélevaient un échantillon du spécimen pour identification au laboratoire et notaient l'emplacement. De 2008 à 2011, les plongeurs notaient également le nombre et la taille approximative des colonies de tuniciers, la profondeur, le type de substrat et l'habitat (données non présentées).

2.3.3 Température et salinité

La température et la salinité de l'eau ont généralement été mesurées à l'aide d'un thermosalinomètre YSI. De 2008 à 2011, des sondes de température (HOBO® et VEMCO®) ont été immergées pour toute la période de monitorage (début/mi-juin à mi/fin octobre) dans les huit sites des Îles-de-la-Madeleine. Le même type de sonde a été utilisé pour la plupart des sites de la Gaspésie et de la Côte-Nord à partir de 2010. À l'exception des sites aquacoles, les sondes étaient installées à 1-2 mètres de la surface. La profondeur des sondes installées dans les sites aquacoles variait en fonction de la profondeur des lignes. Des moyennes journalières ont été calculées pour la présentation graphique de ces résultats.

2.3.4 Statistiques

Les pourcentages de recouvrement du botrylle étoilé mesurés à la marina de Havre-Aubert et à Cap-aux-Meules ont été comparés entre les périodes pour une même année et entre les années pour une période donnée à l'aide d'une ANOVA. Les pourcentages de recouvrement sur les plaques et les pétris ont également été comparés par ANOVA. Les données récoltées en 2007 n'ont pas été incluses dans cette analyse parce que les nombres de réplicats étaient trop faibles et les pétris n'ont pas été utilisés avant 2008.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 CRABE VERT AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE

3.1.1 Comparaison du succès de capture des casiers pyramidaux et Fukui

La comparaison des succès de capture des casiers pyramidaux et Fukui obtenus lors du monitorage de 2008 au bassin aux Huîtres démontre que le casier Fukui a été l'engin de pêche le plus efficace pour les captures de crabe vert. En effet, après un total de 48 heures de pêche, 97% de la capture totale de crabes verts était concentrée dans les deux casiers Fukui. Ces résultats semblent indiquer que le casier Fukui est un engin de pêche plus approprié que le casier pyramidal pour l'échantillonnage du crabe vert, ce qui supporte le choix de la méthodologie standardisée proposée par C. McKenzie (MPO, Terre-Neuve Labrador) et utilisée à partir de 2009 aux Îles-de-la-Madeleine.

3.1.2 Captures annuelles totales

Puisque les méthodes d'échantillonnage et les efforts de pêche du crabe vert ont varié de 2004 à 2009, les comparaisons interannuelles au cours de cette période ne peuvent pas être faites à l'aide de statistiques (ce qui explique l'absence de tests statistiques) (Figure 6). De façon générale, tous types d'engins et sites confondus, la capture annuelle (monitorage et pêche intensive) de crabes verts aux Îles-de-la-Madeleine a augmenté de 2004 à 2011, passant de 4 à 6152 individus avec un maximum de 9617 individus en 2010 (Figure 6). Bien que l'effort de pêche se soit accru de 153 à 1868 jours entre 2004 et 2005 (Tableau 1; Figure 6), aucun crabe vert n'a été capturé en 2005. Il faut cependant rappeler que la méthodologie entre ces années a différé et que les efforts de pêche en 2004 ont ciblé uniquement les sites de détection alors que l'ensemble des plans d'eau des Îles a été visité en 2005 (Paille *et coll.* 2006).

En 2006 et 2007, les efforts de pêche ont été inférieurs à 2005, 2008 et 2009 et les captures de crabe vert sont demeurées faibles (7 et 34 individus respectivement) (Tableau 1; Figure 6). Bien que l'effort de pêche en 2008 ait été inférieur à 2005, les captures de crabes verts ont été plus élevées (454 adultes et 31 juvéniles). L'utilisation des CF peut expliquer en partie l'augmentation des captures. Cependant, l'accroissement de la taille de la population de crabes verts représente également une hypothèse plausible. En 2009, l'effort de pêche a été légèrement supérieur à 2008, mais le nombre de crabes verts capturés par les casiers a été trois fois plus élevé (1282 adultes et 6 juvéniles). En 2010, le nombre de captures a augmenté de façon importante (9617 crabes) par rapport à l'année précédente et a représenté un record de capture annuelle depuis la découverte du crabe vert aux Îles-de-la-Madeleine. Cette augmentation est

probablement expliquée par l'accroissement des captures rapportées par les pêcheurs d'anguille et du nombre total de jours de pêche (Tableau 1; Figure 6). En 2011, la capture annuelle a diminué (6152 crabes), mais cette diminution pourrait être expliquée par un effort de pêche inférieur en 2011 par rapport à 2010. Par ailleurs, de 2004 à 2011, les captures de mâles ont toujours été plus élevées que celles des femelles.

En résumé, tel que déjà mentionné, bien qu'il soit fort probable que la population de crabes verts se soit accrue entre 2004 et 2011, plusieurs facteurs ont influencé les captures annuelles. En effet, l'utilisation d'un engin plus approprié à la capture du crabe vert (casier de type Fukui), les efforts de sensibilisation auprès des pêcheurs d'anguilles et les efforts de contrôle de la population par la pêche intensive ont probablement permis d'accroître nos succès de captures à partir de 2008.

3.1.3 Captures annuelles totales (casier et verveux) par site d'échantillonnage

Les premiers crabes verts ont été capturés dans des verveux par des pêcheurs d'anguilles en 2004 (Paille *et coll.* 2006). Ces spécimens ont été capturés dans le bassin aux Huîtres et les baies Clarke et Old Harry, tous situés dans la partie nord de l'archipel (Figure 7). Par la suite, le crabe vert a été progressivement retrouvé dans l'ensemble des plans d'eau des Îles-de-la-Madeleine pour atteindre une capture maximale annuelle dans la baie du Bassin (partie sud de l'archipel) en 2010.

De 2004 à 2009, les plus grands nombres de crabes ont été capturés dans le bassin aux Huîtres. À partir de 2010, la population a explosé dans la baie du Bassin et la baie du Havre aux Basques pour atteindre une capture maximale de 7854 crabes (2653 femelles et 5201 mâles) dans la baie du Bassin en 2010. Bien que ces comparaisons doivent être nuancées en raison des changements importants dans les méthodologies utilisées et les efforts investis au cours des différents suivis, il semble que la population de crabes verts des Îles-de-la-Madeleine se soit grandement accrue depuis son introduction, particulièrement depuis 2008. L'accroissement de la population de ce crabe est particulièrement remarquable dans la baie du Bassin où les captures maximales ont été enregistrées. Pour des raisons inconnues, aucun crabe vert n'a été capturé dans les sites de Mines Seleine et Pointe-aux-Loups.

3.1.4 Prises par unité d'effort

La Figure 8 présente les prises par unité d'effort (PUE) pour le monitorage automnal et la pêche intensive de 2008 à 2011; seulement les crabes capturés avec les casiers (CP+CF) sont donc présentés dans cette figure. Bien que la variabilité associée aux PUE soit très importante, les PUE aux sites du bassin

aux Huîtres, du havre de la Grande Entrée, des baies du Bassin et du Havre aux Basques semblent être les plus élevées jusqu'à maintenant (Figure 8).

En 2008, les PUE les plus élevées proviennent du bassin aux Huîtres, de la baie du Havre aux Basques et de la baie du Bassin (Figure 8). Les PUE dans le bassin aux Huîtres lors de la pêche intensive automnale de 2008 ont été généralement plus élevées que celles obtenues au cours de la période de monitorage en août (Figure 9). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que seuls les CF ont été utilisés au cours de la pêche intensive tandis que les CF et CP ont été utilisés pour le monitorage. Cependant, cette situation n'est pas généralement observée dans les baies du Bassin et du Havre aux Basques (Figures 8 et 9). Lors de la pêche intensive, les tendances à la baisse dans les captures, observées après le 1er octobre 2008 dans le bassin aux Huîtres et après le 12 septembre dans la baie du Bassin, semblent indiquer une certaine efficacité de cette approche pour réduire la population de crabes verts. Toutefois, cette baisse des captures peut également être expliquée par une réduction des activités de déplacement du crabe causée par une diminution de la température de l'eau (Klassen et Locke 2007). En effet, au cours de la pêche intensive 2008, la température de l'eau a diminué dans le bassin aux Huîtres et la baie du Bassin au cours des périodes précédemment mentionnées (Figure 9). D'autre part, cette tendance à la baisse n'a pas été observée dans la baie du Havre aux Basques. D'autres facteurs environnementaux tels que les conditions de vent peuvent également avoir une influence sur le succès de capture des crabes en empêchant les crabes d'entrer dans les casiers en raison du brassage important des casiers installés à environ un mètre de profondeur (obs. pers. S. Pereira, MPO, Secteur des Îles-de-la-Madeleine).

En 2009, lors du monitorage printanier, 12 crabes verts ont été capturés au site de la baie du Bassin et aucun n'a été répertorié dans les autres sites échantillonnés. Pour le monitorage automnal (premiers 24 heures d'échantillonnage) et la pêche intensive qui a suivie, les PUE les plus élevées proviennent du bassin aux Huîtres et de la baie du Bassin avec des valeurs respectives variant de 1,3 à 6,7 individus/casier/jour et de 0,4 à 2,2 individus/casier/jour (Figure 10). Pour tous les autres sites, les PUE ont été inférieures à 0,7 individu/casier/jour. À l'exception de la lagune de Havre aux Maisons, il ne semble pas y avoir de tendances à la baisse dans les captures en fonction du temps. Cependant, comparativement à 2008, la pêche intensive s'est terminée plus tôt à l'automne et la température de l'eau est demeurée >12 °C.

En 2010, lors du monitorage printanier, les captures de crabe vert ont augmenté par rapport à l'année précédente dans plusieurs sites et particulièrement dans la baie du Bassin (Figure 11a). Il est à noter que la température de l'eau était particulièrement élevée au printemps 2010 avec une température moyenne de 21,8°C dans la baie du Bassin, une situation qui pourrait avoir eu un impact sur le succès de capture. À l'exception du bassin aux Huîtres et du havre du Havre-Aubert, les PUE du monitorage automnal ont été similaires ou supérieures à

celles obtenues en 2009 (Figures 10 et 11a). Le contrôle a été réalisé dans les trois sites possédant les PUE les plus élevées au cours du monitorage (baie du Bassin, bassin aux Huîtres et le havre de Grande Entrée). Les captures de crabes verts dans le bassin aux Huîtres ont montré une légère baisse, mais aucune baisse notable des PUE n'a été notée dans les deux autres sites.

En 2011, les PUE du monitorage printanier ont été plus élevées que celles de 2010 dans la baie du Bassin et la baie du Havre aux Basques avec des PUE moyennes respectives passant de 4,6 individus/casier/jour (2010) à 17,7 (2011) et de 0 individu/casier/jour (2010) à 5,0 (2011) et ce, même si les températures étaient plus faibles qu'en 2010 (Figure 11). La présence de crabes verts a également été notée dans les sites du havre du Havre Aubert, d'Étang-du-Nord et de la lagune du Havre aux Maisons, alors qu'aucun crabe n'avait été capturé au printemps 2010. Ces informations suggèrent donc une augmentation de la population de crabes entre ces deux années malgré les efforts de contrôle de 2010. Toutefois, les PUE notées lors du monitorage d'automne sont demeurées relativement similaires entre les deux années. Étant donné l'abondance de crabe vert notée au printemps, tous les efforts de contrôle ont été investis dans la baie du Bassin en 2011 (Figure 12). Bien qu'aucune tendance à la baisse n'a été notée dans les PUE au cours de la pêche intensive de 2011, les PUE moyennes obtenues pour toute la période de pêche (1,8 individu/casier/jour) sont demeurées inférieures à celles de 2010 (3 individus/casier/jour) au cours de la même période (mi-septembre à mi-octobre), ce qui pourrait suggérer que les efforts de contrôle ont peut-être un effet sur la taille de la population et qu'il serait souhaitable de poursuivre cette activité.

3.1.5 Crabes juvéniles

Les premiers crabes verts juvéniles ont été rapportés dans le cadre de projets de recherche en aquaculture menés par Merinov et l'Université du Québec à Rimouski en 2008 et 2009. Ces captures ont été les premiers indicateurs du succès de recrutement de cette espèce aux Îles. Un total de 31 crabes verts juvéniles a été capturé en octobre 2008, dont deux ont été capturés dans le chenal de la Grande-Rivière (baie du Bassin) et 29 dans la lagune de Havre aux Maisons. La largeur moyenne de la carapace de tous les crabes capturés était de 6,7 ± 0,3 mm (variant de 3,5 à 10,8 mm). En 2009, six crabes verts juvéniles ont été capturés (deux à la Grande-Rivière et quatre dans la lagune de Havre aux Maisons) avec une largeur moyenne de 6,5 ± 0,6 mm (4,2 à 8,4 mm). Tel que décrit dans la revue de Klassen et Locke (2007), le crabe vert juvénile peut être observé dans différents types de substrats/habitats tels que les herbiers, les fonds rocheux ou de mélanges de coquillages, des habitats typiques des plans d'eau des Îles-de-la-Madeleine.

3.1.6 Structures de taille

Les Figures 13 et 14 présentent les structures de taille des crabes capturés et mesurés entre 2004-2008 et 2009-2011, respectivement. Cependant, en raison des faibles nombres de crabes capturés dans plusieurs sites d'échantillonnage, seuls les crabes capturés dans la baie du Bassin (2009-2011), la baie du Havre aux Basques (2009 et 2011) et le bassin aux Huîtres (2008-2011) permettent d'obtenir une image de la structure de la population. Ces résultats montrent que la taille moyenne de la population de crabe vert augmente graduellement depuis 2009 passant de 44,3 mm (2009) à 62 mm (2011) dans la baie du Bassin; de 57 (2009) à 66,3 mm (2011) dans la baie du Havre aux Basques et de 52,3 (2008) à 61,8 mm (2011) dans le bassin aux Huîtres (Figure 14). Les casiers ont permis la capture de crabes verts >20 mm. L'arrivée d'une nouvelle cohorte, marquée par une abondance d'individus <40 mm, est observée en 2009 dans la baie du bassin et le bassin aux Huîtres.

3.1.7 Contenus stomacaux

Une proportion importante (33%) des estomacs de crabe vert analysés en 2008 était vide. Sinon, globalement, le groupe des gastéropodes domine en étant présent dans 39% des crabes (Figure 15a). Les arthropodes, les poissons, les polychètes, les bivalves et les hydrozoaires suivent par ordre décroissant d'importance. La représentation des différents groupes taxonomiques est relativement similaire à chacun des trois sites d'échantillonnage (Figure 15b). Bien que les bivalves ne constituent pas la proie dominante dans les contenus stomacaux analysés, l'impact connu du crabe vert sur les bivalves demeure une préoccupation pour les stocks cultivés et sauvages (Smith et Chin 1951). Puisque le captage du naissain de moules pour l'ensemble des producteurs des Îles-de-la-Madeleine provient de la baie du Bassin, l'impact potentiel du crabe vert sur les bivalves constitue une préoccupation majeure pour l'industrie mytilicole des Îles, particulièrement si le naissain est produit localement.

En raison du manque de précision de l'analyse des contenus stomacaux et de l'importance d'obtenir une information plus précise sur la diète du crabe vert pour évaluer les impacts de cette espèce sur l'écosystème et les ressources des Îles-de-la-Madeleine, un projet de recherche visant à déterminer sa diète à l'aide de marqueurs moléculaires est présentement en cours au MPO (Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Québec). Les résultats obtenus seront comparés à ceux des analyses réalisées à l'aide de la méthode classique (identification au laboratoire) de même qu'aux résultats de caractérisation du milieu (abondances des espèces dans l'environnement). Ces informations permettront d'émettre des hypothèses sur l'impact potentiel du crabe vert sur l'écosystème en général, incluant les impacts sur les gisements naturels de moules et donc sur les activités de captage mytilicoles de même que sur les impacts potentiels

(compétition et/ou prédation) sur les juvéniles de homard (Rossong *et coll.* 2006; Haarr 2008).

3.1.8 Autres taxons capturés dans les casiers

Plusieurs espèces ont été capturées dans les casiers depuis le début du suivi du crabe vert. Ces espèces sont : le crabe commun (*Cancer irroratus*), la crevette grise de sable (*Crangon septempspinosa*), la plie rouge (*Pseudopleuronectes americanus*), la limande à queue jaune (*Limanda ferruginea*), quatre espèces d'épinoche (*Apeltes quadracus*, *Gasterosteus aculeatus*, *Gasterosteus wheatlandi* et *Pungitius pungitius*), la tanche-tautogue (*Tantogolabrus adspersus*), l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*), le choquemort (*Fundulus heteroclitus*), l'étoile de mer *Asterias forbesi et/ou A. rubens*, le homard d'Amérique (*Homarus americanus*) et deux gastéropodes (*Littorina littorea* et *Nassarius trivittatus*). Cependant, étant donné que les casiers ne constituent pas un engin approprié pour la plupart de ces espèces, des informations quantitatives ont été récoltées seulement pour le crabe commun.

Les données de capture de crabes verts et de crabes communs ont été comparées dans le bassin aux Huîtres (2008 et 2009) et la baie du Bassin (2010 et 2011), c'est-à-dire les seuls sites où il existait des données temporelles pour les deux espèces de crabe. En 2008, dans le bassin aux Huîtres où les captures de crabes verts ont été les plus abondantes, les captures journalières de crabes étaient composées de 77 à 97% de crabes communs (Figure 16a). En 2009, le patron de dominance des captures des deux espèces de crabes pour le même plan d'eau s'est modifié avec des pourcentages de capture variant de 8 à 68% pour le crabe commun. Dans la baie du Bassin, on observe également la même tendance avec des pourcentages de crabe commun variant de 16 à 74% en 2010 et de 20 à 39% en 2011 (Figure 16b).

Cette tendance à une diminution des captures de crabes communs pourrait être le reflet d'une diminution de la population du crabe commun suite à l'introduction du crabe vert. En effet, il est reconnu que le crabe vert est un compétiteur potentiel (nourriture et habitat) du crabe commun (Paille *et coll.* 2006; Klassen et Locke 2007). Cependant, il est également possible que la présence accrue du crabe vert dans les casiers diminue les captures de crabes communs sans que la population de cette espèce soit affectée. Autrement dit, les crabes communs n'entreraient pas dans les casiers lorsqu'ils détectent la présence du crabe vert. En résumé, bien qu'il ne soit pas possible de démontrer que cette diminution des captures de crabes communs soit reliée à l'arrivée du crabe vert, ces résultats demeurent préoccupants. De plus, puisque le crabe commun constitue une espèce fourragère majeure pour le homard, il serait souhaitable de poursuivre le suivi de cette population dans le cadre de nos activités de monitorage du crabe vert et éventuellement réaliser un projet de recherche visant à vérifier si le crabe vert a un impact sur la population du crabe commun aux Îles-de-la-Madeleine.

3.1.9 Granulométrie

Les analyses granulométriques réalisées à partir de sédiments récoltés en 2008 (Figure 17) ont révélé que le sable était le type de substrat dominant dans tous les sites échantillonnés et représentait en moyenne 87,7 ± 4,3% (moyenne ± E.S.) de la composition totale des sédiments. Le reste des sédiments était composé de limon à 11,6 ± 4,1% et d'argile 0,7%. Cette composition sédimentaire constitue un habitat idéal pour le crabe vert (Klassen et Locke 2007).

3.2 CRABE VERT EN GASPÉSIE

En août 2011, des crabes verts juvéniles ont été détectés pour la première fois en Gaspésie. Ces crabes ont été observés sur des collecteurs installés à Chandler (2 crabes) et Grande-Rivière (14 crabes). La largeur moyenne de la carapace était de 2,9 mm pour Chandler et de 3,3 mm pour Grande-Rivière. Tous les efforts de pêche et les inspections en plongée, qui ont suivi cette découverte, n'ont pas permis de trouver d'autres crabes verts dans l'ensemble des huit sites visités entre Carleton et Gaspé. Cependant, ceci n'indique pas que le crabe vert n'est pas établi en Gaspésie. En effet, en se basant sur les résultats des premières années de suivi réalisés aux Îles-de-la-Madeleine suite à la détection du crabe vert, les captures sont demeurées très faibles, voire nulles, dans tous les sites échantillonnés. Il est donc important de continuer les efforts de surveillance en Gaspésie.

3.3 TUNICIERS ET AUTRES ESPÈCES ENVAHISSANTES

Les résultats des analyses des collecteurs de détection et des suivis en plongée sous-marine sont présentés ci-dessous pour chaque espèce répertoriée (*Botryllus schlosseri*, *Botrylloides violaceus*, *Ciona intestinalis*, *Diplosoma listerianum*, *Caprella mutica* et *Membranipora membranacea*). Le contexte décrivant sommairement la première mention de l'espèce est décrit au début de chacune des sous-sections.

3.3.1 Botrylle étoilé (*Botryllus schlosseri*)

Première mention

En juillet 2006, la présence du botrylle étoilé (*Botryllus schlosseri*) sur une structure du quai du Cap Vert (lagune du Havre aux Maisons) a été rapportée au MPO par le MAPAQ. Des plongées ont été effectuées par le MPO quelques jours après le signalement. Des photographies et des échantillons ont été pris et la présence du botrylle étoilé a été confirmée. D'autres plongées ont suivi pour

évaluer l'étendue de la distribution dans ce plan d'eau de même qu'aux quais et infrastructures portuaires de Cap-aux-Meules, Grande-Entrée et Havre-Aubert. Le botrylle étoilé a alors été répertorié au quai commercial de la lagune du Havre aux Maisons et à la marina de Havre-Aubert.

Collecteurs (plaques/pétris)

Le botrylle étoilé a été observé sur des collecteurs installés aux Îles-de-la-Madeleine de 2007 à 2011 (Figure 18). Aucune observation de cette espèce n'a toutefois été faite sur les collecteurs installés en Gaspésie (2006-2011) et sur la Côte-Nord (2009-2011) (Figure 5). Aux Îles-de-la-Madeleine, le botrylle étoilé a été observé sur des collecteurs provenant de la marina de Havre-Aubert (2007-2011), des quais de Cap-aux-Meules (2008-2011), Pointe Basse (2008), du quai de Grande-Entrée (2010-2011) et la lagune du Havre aux Maisons (2011).

À la marina de Havre-Aubert, les pourcentages de recouvrement du botrylle étoilé sont demeurés élevés à partir de 2008 avec des valeurs maximales annuelles variant de 79 à 81% sur les plaques et de 65 à 86% sur les pétris (Figure 19). Les pourcentages de recouvrement de ce tunicier sont significativement différents entre les périodes d'immersion des collecteurs (plaques et pétris confondus) pour chaque année d'échantillonnage (2008 : $F=7,38$; 2009 : $F=3,65$; 2010 : $F=6,75$; 2011 : 7,21 ; $dl=2$ et $p<0,05$ pour toutes les années). Les pourcentages de recouvrement du botrylle sont également différents entre les années pour chacune des périodes d'immersion (É-A : $F=4,41$; P-A : 7,09 ; P-É : 2,90 ; $dl=3$ et $p<0,05$ pour toutes les périodes d'immersion). Il est à noter que le pourcentage de recouvrement du tunicier sur les collecteurs P-A a diminué significativement entre 2009 et 2010 ($t=2,61$; $dl=1$; $p<0,05$). Cette diminution pourrait être expliquée en partie par l'arrivée en 2010 d'un nouveau tunicier envahissant, le botrylloide violet (*B. violaceus*), qui pourrait compétitionner pour l'espace lors de la colonisation des collecteurs (voir 3.3.2). Les températures moyennes enregistrées à la marina de Havre-Aubert à partir de la mi-juin jusqu'à la sortie des collecteurs (généralement à la mi-octobre) ont été de 20,2°C (2008), 15,3°C (2009), 21,2°C (2010) et 16,7°C (2011). Ces variations interannuelles de température peuvent également avoir eu un effet sur la croissance des colonies de botrylle et expliquer certaines différences dans l'abondance de cette espèce. Enfin, bien que les plaques et les pétris d'un même collecteur ne soient pas indépendants, les pourcentages de recouvrement de chacun ont été comparés en suivant la même approche décrite précédemment et aucune différence significative n'a été obtenue.

Bien que le botrylle étoilé soit observé sur les collecteurs du quai de Cap-aux-Meules depuis 2008, les pourcentages moyens de recouvrement sont demeurés relativement faibles avec un maximum de 33% sur les pétris en 2009 (É-A) (Figure 19). Les pourcentages moyens de ce tunicier envahissant ne sont pas significativement différents entre les périodes et les années ($p<0,05$). Les températures moyennes à ce site d'échantillonnage au cours de la saison

d'échantillonnage (mi-juin à mi-octobre) ont été de 16°C (2008), 15,3°C (2009), 16,3°C (2010) et 15,6°C (2011). Ces températures généralement plus basses que celles mesurées à la marina de Havre-Aubert pourraient expliquer les valeurs de recouvrement plus faibles.

Les collecteurs installés dans les sites aquacoles de la lagune du Havre aux Maisons de 2007 à 2011 n'ont détecté aucune colonie de botrylle étoilé. Toutefois, les collecteurs installés aux quais de la lagune de Havre aux Maisons en 2011 ont démontré des pourcentages de recouvrement élevés, particulièrement sur les plaques immergées au cours des périodes P-É et É-A (81%). Grâce aux observations en plongée (voir détails ci-dessous), il était cependant déjà connu que le botrylle étoilé était présent en grande abondance depuis 2006 sur les structures des quais de la lagune de Havre aux Maisons (Figure 18).

Les collecteurs installés dans les sites aquacoles de la lagune de Grande Entrée de 2006-2009 et 2011 n'ont pas détecté la présence de botrylle étoilé. Cependant, les collecteurs installés au quai commercial de la lagune de Grande Entrée à partir de 2010, où le botrylle avait été observé en plongée depuis 2007 (voir 3.3.2), ont aussi détecté la présence du tunicier. À l'exception de la période É-A 2010 (pétris), où la concentration moyenne était de 42%, les pourcentages moyens de recouvrement ont été faibles (2 à 13%) (Figure 21). De plus, aucun tunicier ne s'est fixé au cours de la période P-É. Les faibles températures moyennes de 16,6°C en 2010 et de 15,4°C en 2011 peuvent expliquer ces résultats. Des collecteurs ont également été installés au quai de Mines Seleine depuis 2008, mais aucun tunicier n'y a été répertorié jusqu'à maintenant. Soulignons que les températures moyennes au site Mines Seleine sont également basses (2008 : 17,7°C ; 2009 : 17,3°C; 2010 : 17,9°C ; 2011 : 16,5°C). De plus, il est possible que le site de Mines Seleine soit moins favorable à l'installation des tuniciers en raison de son exposition à l'action des vagues, des conditions environnementales moins favorables à la croissance de ces espèces.

Les collecteurs installés aux quais de la Pointe-Basse en 2008 et 2009, ont révélé de petites colonies de botrylle étoilé en 2008 lors des périodes d'immersion É-A (2%) et P-A (1%). En 2009, aucune observation de botrylle étoilé n'a été notée et aucun suivi n'a été réalisé sur ce site par la suite.

Depuis le début du suivi, il n'y a pas eu de tunicier observé dans les sites de la baie de Plaisance (2007-2011) et de la baie du Bassin (2009-2011). Dans la baie de Plaisance, les températures moyennes sont plus froides que les autres sites suivis (2008 : 12,7°C; 2009 : 12,7°C ; 2010 : 13,9°C ; 2011 : 14,2°C). Toutefois, dans la baie du Bassin les températures ont été relativement similaires à celles des sites où le botrylle a été observé (2009 : 17,3°C; 2011 : 16,9°C), ce qui suggère que la température moyenne n'est pas le seul facteur déterminant de l'établissement de cette espèce. Cependant, tel qu'il est observé dans les

provinces de l'est du Canada, les sites aquicoles sont sujets à l'infestation par les tuniciers qui peuvent causer des dommages économiques très importants à cette industrie. Il est donc important de continuer les efforts de surveillance dans tous les sites aquacoles.

Plongées sous-marines

De 2007 à 2011, le botrylle étoilé a été observé en plongée sous-marine dans la lagune de Havre aux Maisons (marina, quai du Cap Vert et quai commercial), à Cap-aux-Meules (marina, quai des pêcheurs et quai commercial) ainsi qu'à la marina de Havre-Aubert et au quai commercial de Grande-Entrée (Figure 18).

Une comparaison sommaire des observations de botrylle étoilé à l'aide des collecteurs (plaques/pétris) et en plongée sous-marine montre plusieurs différences au niveau du pouvoir de détection de ces deux méthodes (Figure 18). À titre d'exemple, le botrylle étoilé a été observé en plongée sous-marine en 2007 à Cap-aux-Meules, alors que l'espèce a été détectée sur les plaques qu'à partir de 2008. Ces résultats suggèrent que les deux méthodes de détection pourraient être complémentaires et que le programme de monitorage devrait continuer d'inclure l'utilisation de ces deux méthodes.

Il n'y a eu aucune observation de *B. schlosseri* au cours des plongées réalisées en Gaspésie en 2008, 2009 et 2011 (Tableau 3).

3.3.2 Botrylloide violet (*Botrylloides violaceus*)

Première mention

En octobre 2010, l'inspection des pontons du quai des pêcheurs de Cap-aux-Meules, alors sortis de l'eau pour des travaux, a permis de détecter pour la première fois le botrylloide violet (*B. violaceus*) aux Îles-de-la-Madeleine. Dans le cadre d'essais de nouvelles méthodes de détection menés par le MPO (résultats non présentés), cette espèce a aussi été observée pour la première fois en octobre 2010 dans la marina de Havre-Aubert sur des pièces de tapis installés sous les pontons. Il est à noter que cette espèce avait été observée en 2007 sur la coque d'une barge au quai de Cap-aux-Meules. Cette barge provenait des Maritimes et était aux Îles pour des activités de dragage et de transport de matériel. Suite à une inspection qui a permis de constater que la barge était infestée par l'ascidie jaune et le botrylloide violet, des plongeurs ont nettoyé la coque de la barge pour tenter d'éviter l'introduction de ces tuniciers envahissants aux Îles-de-la-Madeleine.

Collecteurs (plaques/pétris)

Le botrylloide violet a été observé sur les collecteurs installés à Cap-aux-Meules et Havre-Aubert en 2011 (Figure 20). À Cap-aux-Meules, les pourcentages moyens de recouvrement ont été très faibles pour les deux périodes d'immersion des collecteurs, soit 0,8% (plaques seulement) pour la période P-A et 0,9% (plaques) et 1,4% (pétris) pour la période É-A. Les recouvrements mesurés sur les collecteurs à la marina de Havre-Aubert ont cependant été plus élevés, soit 8,3% (plaques) et 5,2% (pétris) pour la période P-É; 25% (plaques) et 13% (pétris) pour la période É-A et 28% (plaques) et 39% (pétris) pour la période P-A. Ces résultats suggèrent que cette espèce est bien établie à la marina de Havre-Aubert.

Il n'y a eu aucune observation de cette espèce sur les collecteurs installés en Gaspésie (2006-2011) et sur la Côte-Nord (2009-2011) (Figure 5).

Plongées sous-marines

Suite à la découverte du botrylloide violet en 2010, des plongeurs ont inspecté la marina de Havre-Aubert et les quais de Cap-aux-Meules en octobre 2010 afin d'évaluer l'étendue de la distribution de cette espèce. À Cap-aux-Meules, aucun spécimen n'a été observé en plongée. Cependant, les plongeurs ont observé quelques colonies de *B. violaceus* à la marina de Havre-Aubert (Figure 20). Puisque les colonies semblaient localisées et peu abondantes, les plongeurs ont tenté d'enlever toutes les colonies détectées afin d'éviter que ce nouvel envahisseur s'établisse aux Îles. Afin d'éviter le plus possible la dispersion de cette espèce, cette intervention a été réalisée en décembre alors que les températures de l'eau sont inférieures à celles nécessaires à la reproduction de l'espèce (Therriault et Herbog 2007). Malgré ces efforts de contrôle, le botrylloide violet a été de nouveau observé en plongée en août et octobre 2011 à la marina.

Il n'y a eu aucune observation de *B. violaceus* au cours des plongées réalisées en Gaspésie en 2008, 2009 et 2011 (Tableau 3).

3.3.3 Ascidie jaune (*Ciona intestinalis*)

Première mention

Les premiers spécimens d'ascidie jaune (*C. intestinalis*) ont été observés par le MPO (région du Golfe) sur des plaques de détection installées au quai de Cap-aux-Meules en 2006. Suite à cette découverte, une plongée d'inspection a été réalisée par le MPO (région du Québec) en mars 2007 pour évaluer la situation, mais aucune ascidie jaune n'a été observée.

Collecteurs (plaques/pétris)

Lors de la première détection dans le quai de Cap-aux-Meules en 2006 (Figure 21), le pourcentage de recouvrement était alors de 8,3% (0,03 ind./cm^2) pour la période É-A et de 6,3% (0,02 ind./cm^2) pour la période d'immersion P-A alors qu'aucun spécimen n'a été observé pour la période P-É. Un spécimen a de nouveau été détecté à Cap-aux-Meules en 2009 (P-É), fixé sur l'assiette de plastique supportant les pétris (Figure 3).

En 2010, quelques spécimens de *C. intestinalis* ont été retrouvés sur les pétris, avec de faibles pourcentages moyens de recouvrement de 0,5% et 1,4% pour les périodes P-É et É-A, respectivement. De plus, deux spécimens ont été observés sur les assiettes de plastique supportant les pétris, soit un spécimen au cours de la période É-A et le second à la période P-A.

En 2011, l'ascidie jaune a de nouveau été observée sur les collecteurs de Cap-aux-Meules. Les pourcentages de recouvrement sont encore demeurés faibles avec un maximum de 2,5% sur les plaques immergées au cours de la période P-A. Les autres pourcentages moyens de recouvrement étaient de 0,6% (P-É), 0,5% (É-A) sur les plaques et de 1,2% (P-É), 1,7% (P-A) et 1,9% (É-A) sur les pétris.

La présence constante et grandissante de l'ascidie jaune dans le site de Cap-aux-Meules est préoccupante. Les efforts de détection doivent donc se poursuivre dans ce site (collecteur et plongée). Des efforts de sensibilisation et de contrôle devraient également être planifiés afin d'éviter la propagation de cette espèce à l'intérieur du quai et dans les autres plans d'eau.

Il n'y a eu aucune observation d'ascidie jaune sur les collecteurs installés en Gaspésie (2006-2011) et sur la Côte-Nord (2009-2011) (Figure 5).

Plongées sous-marines

À l'automne 2008, lors de travaux de tri/nettoyage de pétoncles d'élevage à l'usine de Culti-mer, un spécimen d'ascidie jaune a été retrouvé fixé sur un pétoncle juvénile provenant de la lagune de Havre aux Maisons. Suite à cette découverte, cinq journées intensives de plongée sous-marine ont été réalisées dans le site aquacole et aucun spécimen de *C. intestinalis* n'y a été retrouvé. Des plongées supplémentaires pour le suivi de cette espèce ont de nouveau été effectuées en octobre et novembre 2009, mais aucune ascidie jaune n'a été observée.

En août 2009, suite à la découverte d'un spécimen d'ascidie jaune lors du monitorage à Cap-aux-Meules, deux plongées ont été réalisées pour évaluer sommairement la situation. Aucun spécimen n'a alors été observé. Cependant, des plongées réalisées en août 2010 (Figure 21) ont permis de détecter la présence de quelques spécimens d'ascidie jaune dans une petite zone de la

marina de Cap-aux-Meules. Des plongées additionnelles ont donc été réalisées pour tenter d'éliminer les individus présents. Bien que les plongeurs aient enlevé les dix spécimens visibles, les plongées d'inspection réalisées en août 2011 ont de nouveau détecté la présence de l'ascidie jaune dans la zone du nouveau développement du quai des pêcheurs. Les plongeurs ont procédé au nettoyage des pontons affectés en août et, malgré cela, des ascidies jaunes ont de nouveau été détectées en octobre 2011. Puisque la distribution de l'espèce semblait encore restreinte à une petite zone, un nettoyage en plongée a été fait en décembre 2011 pour retirer tous les spécimens visibles.

Il n'y a eu aucune observation de *C. intestinalis* au cours des plongées réalisées en Gaspésie en 2008, 2009 et 2011 (Tableau 3).

3.3.4 *Diplosoma listerianum*

Première mention

En octobre 2008, un tunicier colonial inconnu a été observé en plongée sous-marine à la marina de Havre-Aubert. L'identification de cette espèce par deux experts américains (M. Carmen, Woods Hole Oceanographic Institute et G. Lambert, Marine Biological Consultants) a révélé qu'il s'agissait de l'ascidie sale *Diplosoma listerianum*, un tunicier colonial sessile envahissant. De plus, l'identification ultérieure d'un échantillon contenant un spécimen inconnu qui avait été récolté en septembre 2008 dans le cadre d'un projet de recherche sur l'impact des tuniciers sur la biodiversité a confirmé à nouveau la présence de *D. listerianum* à la marina de Havre-Aubert.

Ce tunicier envahissant est observé sur la côte Est américaine depuis 1993 et s'étend présentement entre Cape Cod, au Massachusetts, et Casco Bay, au Maine (Dijkstra *et coll.* 2007b). C'est la première fois que cette espèce était observée sur la côte Est canadienne (Ma *et coll.*, en préparation).

Collecteurs (plaques/pétris)

Il n'y a eu aucune observation de *D. listerianum* sur les collecteurs installés aux Îles-de-la-Madeleine (2006-2011), en Gaspésie (2006-2011) et sur la Côte-Nord (2009-2011) (voir Figures 4 et 5 pour la localisation des sites échantillonnés).

Plongées sous-marines

En raison des impacts écologiques et économiques importants associés aux tuniciers envahissants, la découverte de *Diplosoma* en 2008 a suscité beaucoup d'inquiétudes auprès des scientifiques. En août 2009, une équipe de 14 scientifiques (MPO-Merinov) a réalisé une évaluation rapide de la marina, du

quai des pêcheurs et du havre de Havre Aubert. Cette évaluation visait à faire un inventaire de *D. listerianum* à l'aide de plongeurs et de caméras sous-marines et à caractériser le site (autres espèces présentes et conditions environnementales; données non présentées). Aucune colonie de *Diplosoma* n'a été observée. Des plongées supplémentaires ont également eu lieu en octobre et décembre 2009 à la marina de Havre-Aubert et aucun spécimen de *Diplosoma* n'a été rapporté. Des plongées d'inspection ont également été réalisées à deux reprises (août et octobre) en 2010 et 2011 (Tableau 3), mais ce tunicier n'a toujours pas été observé.

En résumé, aucune colonie de *D. listerianum* n'a donc été observée à Havre-Aubert depuis 2008. Cette situation pourrait indiquer que les colonies observées en 2008 n'ont pas survécu aux températures froides hivernales, ou encore, que l'espèce y est présente en très faible abondance et n'est pas détectée à l'aide des méthodes utilisés et/ou du niveau d'effort investi dans sa recherche. En effet, des analyses moléculaires ont été positives pour Diplosoma à partir d'échantillons de plancton récoltés à Havre-Aubert (2010 et 2011) et Cap-aux-Meules (2011), ce qui indiquerait la présence de cette espèce dans ces deux sites. Ces résultats, non présentés dans le présent document, feront l'objet d'une publication ultérieure (Ma *et coll.*, en préparation).

3.3.5 Autres espèces envahissantes

Caprelle japonaise (*Caprella mutica*)

Première mention

Au Québec, la caprelle japonaise a été répertoriée pour la première fois en 2003 dans la baie de Cascapédia (B. Sainte-Marie, MPO, Mont-Joli, Qc., comm. pers.) et en 2004 dans la baie de Plaisance aux Îles-de-la-Madeleine (F. Bourque, Merinov, Cap-aux-Meules; P. Archambault, UQAR, Rimouski, Qc, comm. pers.).

Collecteurs (plaques/pétris)

Aux Îles-de-la-Madeleine, la caprelle japonaise a été observée sur des collecteurs installés à la marina de Havre-Aubert (2007-2011), à la baie du Bassin (2009-2011), à Cap-aux-Meules (2007-2011), à la lagune de Havre aux Maisons (2007-2010), à Mines Seleine (2008-2011) et dans le site aquacole et le quai de Grande-Entrée (2007-2009 et 2011) (Figure 22). En Gaspésie, la caprelle a été observée sur les collecteurs mouillés à Carleton (2009), à la baie de Cascapédia (2008-2011), à Paspébiac (2008-2009), à Newport (2008-2011), à Chandler (2008 et 2010) et à la baie de Gaspé (2008-2011) (Figure 23). Il n'y a eu aucune observation de *C. mutica* sur les collecteurs installés sur la Côte-Nord (2009-2011) (voir Figure 5 pour la localisation des sites échantillonnés). Bien que

les collecteurs de détection ne sont pas des substrats préférentiels pour la caprelle, ces résultats montrent que cette espèce envahissante est bien établie dans l'ensemble des plans d'eau des Îles-de-la-Madeleine de même que dans la baie des Chaleurs et la baie de Gaspé. À l'exception des collecteurs attachés aux structures aquacoles des baies de Plaisance et Cascapédia, l'abondance de la caprelle japonaise était généralement faible (résultats non présentés). Des travaux récents ont montré que la caprelle semble être fortement attirée par les moules (Turcotte 2010) parce qu'elle profiterait de la filtration de ce bivalve pour s'alimenter. Les auteurs ont également démontré que la caprelle peut avoir des impacts importants sur la croissance des moules.

Plongées sous-marines

Nous n'avons pas de données sur la distribution de la caprelle provenant de nos suivis en plongée parce que cette espèce ne faisait pas partie des espèces ciblées.

Membranipora membranacea

Première mention

Le bryozoaire *Membranipora membranacea* a été observé pour la première fois à Port-Daniel en Gaspésie (comm. pers. D. Courtemanche, MPO, Gaspésie), en 2003 et à Havre-aux-Maisons aux Îles-de-la-Madeleine, en 2006 (obs. pers. S. Pereira, MPO, Îles-de-la-Madeleine).

Collecteurs (plaques/pétris)

Dans la cadre du programme de monitorage, la présence de *M. membranacea* n'a pas toujours été notée, plus particulièrement au cours des premières années. Il est également possible que ce bryozoaire envahissant ait été confondu avec le bryozoaire indigène *Cryptosula pallasiana* au début du programme de monitorage.

Aux Îles-de-la-Madeleine, *M. membranacea* a été observé sur des collecteurs installés dans la baie du Bassin (2011), la marina de Havre-Aubert (2010-2011), la baie de Plaisance (2007-2008 et 2010), le quai de Cap-aux-Meules (2008, 2010-2011), la lagune de Havre aux Maisons (2011), le quai de Mines Seleine (2011) de même que dans le site aquacole et le quai de Grande-Entrée (2008, 2010-2011) (Figure 24). En Gaspésie, ce bryozoaire envahissant a été observé sur les collecteurs provenant de la baie Tracadigache (2011), la baie Cascapédia (2008, 2010-2011), la baie de Gaspé (2010-2011) ainsi que les quais de Newport (2010-2011), Chandler (2011) et Sainte-Anne-des-Monts (2011) (Figure 25). Finalement, ce bryozoaire envahissant a été observé pour la

première fois sur les collecteurs installés à la marina et au quai commercial de Sept-Îles en 2011.

Plongées sous-marines

Bien que nous n'ayons pas de données sur la distribution de *M. membranacea* provenant de nos suivis d'inspection en plongée, il est à noter que, dans le cadre d'autres activités scientifiques (données non présentées), ce bryozoaire a été observé aux quais commerciaux de Grande-Entrée (2008-2010), Cap-aux-Meules (2008-2010), Mines Seleine (2008-2009) de même qu'à la marina de Havre-Aubert (2008-2009). En ce qui concerne la Gaspésie, le bryozoaire a été observé en plongée au quai commercial de Grande-Rivière en 2009 et à la marina de Gaspé en 2011, de même que dans le cadre d'autres études scientifiques en 2007 (Gendron *et coll.* 2007; Gendron et Tamigneaux 2008).

4. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Globalement, les informations issues de ce programme de monitorage sont nécessaires à la production d'avis scientifiques, la réalisation d'analyses de risque et aident à identifier les priorités de recherche sur les espèces aquatiques envahissantes.

De façon plus détaillée, les données de monitorage récoltées depuis 2006 permettent de faire un portrait de la situation québécoise concernant les espèces marines envahissantes et confirment la dispersion rapide de ces espèces. Découvert en 2004, le crabe vert se retrouve désormais dans l'ensemble des plans d'eau des Îles-de-la-Madeleine. L'accroissement de la population a été particulièrement marqué dans la baie du Bassin de même que dans la baie du Havre aux Basques. Son invasion est inquiétante pour les industries de la récolte et de la culture des mollusques et de la pêche à l'anguille. Ses impacts potentiels (compétition et prédation) sur le crabe commun et les juvéniles de homard constituent également une préoccupation majeure pour la préservation des écosystèmes et l'industrie de la pêche. Des études devraient être réalisées pour documenter la dynamique entre ce crabe envahissant et les espèces indigènes. De plus, une évaluation des mesures potentielles de gestion et de contrôle de cette espèce devrait être réalisée. À titre d'exemple, la possibilité d'utiliser le crabe vert comme appât pour la pêche commerciale au casier, dans le but de contrôler son abondance, devrait faire l'objet d'un examen détaillé. En se basant sur les résultats les plus récents, il est suggéré de maintenir les efforts de contrôle et réviser cette décision à la lumière des résultats obtenus chaque année. Le crabe vert a été détecté pour la première fois en Gaspésie en 2011, mais son établissement n'est pas confirmé. Des efforts de monitorage et de sensibilisation sont nécessaires pour suivre la situation de cette espèce dans ce nouveau secteur. Un plan d'action a été établi par le MPO et a été mis en œuvre à partir de la saison

d'échantillonnage de 2012. Ce plan inclus des suivis à l'aide d'inspection en plongée sous-marine et l'installation de collecteurs dans le cadre du programme de monitorage de même que des efforts de pêche au casier Fukui.

La situation des tuniciers progresse également rapidement. Le botrylle étoilé est maintenant présent dans la plupart des plans d'eau des Îles-de-la-Madeleine alors que le botrylloide violet est présent seulement à Cap-aux-Meules et Havre-Aubert. Le botrylle étoilé a été détecté pour la première fois dans la baie des Chaleurs en 2010 (baie de Caraquet, NB), une situation qui accroît considérablement les risques d'introduction de cette espèce en Gaspésie où le MPO, en collaboration avec ses partenaires, continuera à exercer un suivi. Au moment de publier ce rapport, le botrylle étoilé avait été observé pour la première fois à l'été 2012 à Chandler en Gaspésie. Il est à noter que cette espèce n'est pas nouvelle dans l'est du Canada où elle est présente depuis 2001 (Locke *et coll.* 2007). Par contre, son aire de répartition augmente ainsi que son abondance dans l'ensemble de la zone canadienne atlantique (Sephton *et coll.* 2011). La distribution de l'ascidie jaune semble se limiter pour l'instant à Cap-aux-Meules. Cette espèce est très préoccupante, en particulier pour l'industrie aquacole. C'est pourquoi les plaisanciers de la marina et les pêcheurs de Cap-aux-Meules continueront d'être sensibilisés à utiliser des peintures antisalissures efficaces afin de minimiser les risques de dispersion de cette espèce vers les autres plans d'eau. De plus, un projet exploratoire (Merinov et MPO) visant à tester différentes méthodes de contrôle a débuté en janvier 2012. Ce projet consiste à tester l'efficacité de différentes peintures antisalissures sur la partie immergée de pontons qui ont été préalablement sortis de l'eau en janvier et remis en mars et sur des plaques de détection. En raison des impacts potentiels majeurs de cette espèce sur l'industrie aquacole et sa distribution restreinte dans l'archipel, il est justifié et souhaitable de tenter de contrôler ou éviter sa dispersion. Bien que les structures aquacoles ne semblent pas encore être infestées par ces tuniciers envahissants, nous recommandons de continuer à y réaliser des suivis à l'aide des collecteurs de détection. Cependant, à l'exception du botrylle étoilé aux marinas de Havre-Aubert et Havre-aux-Maisons, l'abondance des tuniciers envahissants présents aux Îles-de-la-Madeleine semble généralement inférieure à celle mesurée dans les sites de monitorage de la Nouvelle-Écosse (Sephton *et coll.* 2011). Finalement, selon Locke (2009), d'autres tuniciers envahissants sont susceptibles d'envahir les eaux québécoises. Selon cette étude, 17 espèces de tuniciers non indigènes devraient faire l'objet d'une surveillance particulière. Ces espèces, dont une grande proportion sont déjà présentes sur la côte est américaine, sont *Ascidia sydneiensis*, *Ascidiella aspersa*, *Botrylloides leachi*, *Clavelina lepadiformis*, *Cnemidocarpa irene*, *Corella eumyota*, *Cystodytes dellechiajei*, *Didemnum vexillum*, *Diplosoma listerianum*, *Perophora japonica*, *Perophora multiclathrata*, *Phallusia mammillata*, *Polyandrocarpa zorritensis*, *Polyclinum constellatum*, *Styela canopus*, *Styela plicata* et *Symplegma brakenhielmi*.

Sur la Côte-Nord, à l'exception d'une première mention de *M. membranacea* à Sept-Îles, aucune autre espèce envahissante n'a été observée. Cependant, une évaluation du risque d'introduction d'espèces aquatiques envahissantes par les navires dans la région atlantique du Canada a identifié les ports de Sept-Îles, Port-Cartier et Baie-Comeau parmi les ports les plus à risque d'introduction ou dispersion d'EAE (Adams *et coll.* 2012). Cette situation suggère donc de conserver la Côte-Nord dans le programme de monitorage des EAE.

La méthodologie suivie pour le monitorage, de concert avec les autres provinces maritimes, semble adéquate. De plus, les résultats provenant des collecteurs (plaques et pétris) et des plongeurs semblent indiquer que ces deux outils d'échantillonnage sont complémentaires et doivent donc continuer à faire partie du programme de monitorage. Le développement de nouvelles méthodes de détection utilisant des sondes moléculaires devrait être supporté et éventuellement faire partie intégrante du programme de monitorage des tuniciers envahissants. Ces outils nous permettraient d'améliorer notre pouvoir de détection précoce, maximiser nos chances d'agir rapidement, et ainsi, peut-être éviter l'établissement de nouvelles espèces envahissantes.

Le suivi et la détection des espèces envahissantes ne doivent pas constituer une finalité. Suite à une détection précoce, il est essentiel de pouvoir compter sur un plan d'intervention rapide permettant d'agir de façon structurée au contrôle de l'espèce détectée. La sensibilisation du public et des divers usagers de la mer est également un élément essentiel pour limiter de nouvelles introductions. La population doit comprendre comment les EAE pénètrent dans nos eaux et s'y propagent. L'instauration d'un réseau d'alerte dans le milieu est également un atout majeur pour la détection précoce de toute espèce envahissante. Pour accroître la détection, les efforts de sensibilisation du MPO ont amené les pêcheurs d'anguille à collaborer étroitement avec le ministère en lui remettant leurs captures. Ils ont alors contribué de façon importante à l'effort d'échantillonnage du crabe vert depuis le début du programme sur les espèces aquatiques envahissantes. Plusieurs autres actions de sensibilisation ont également été menées par le comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine grâce au support du programme de partenariat des espèces exotiques envahissantes d'Environnement Canada.

5. REMERCIEMENTS

Nous tenons sincèrement à remercier tous nos partenaires et tout particulièrement les pêcheurs d'anguille des Îles-de-la-Madeleine qui ont contribué aux efforts de capture du crabe vert depuis 2004. Pour l'échantillonnage du crabe vert, la saisie des résultats et leur analyse préliminaire, nous remercions également Stéphane Richard, Mélanie Poirier, Sophie Boudreau et les agents des pêches du MPO (secteur Îles-de-la-

Madeleine) de même que François Gallien, Jules Arseneau et Michelle Langford de Merinov. Nous remercions également Yves Martinet du Comité ZIP des Îles-de-la-Madeleine pour son implication diverse dans le suivi des EAE. Des remerciements spéciaux vont également aux équipes de Merinov aux Îles-de-la-Madeleine, en Gaspésie et sur la Côte-Nord (Francine Aucoin, Sandra Autef, François Bourque, Yvon Chevarie, Gilles Lapointe et Nathalie Moisan) et du MPO (Catherine Boulay, Lisa Treau de Coeli, Maryse Couture-Plante, Danielle Dorion, Hans-Frédéric Ellefsen, Michel Lemay, Myriam Luce, Danièle Raby et Sophie Roy) qui ont participé à la préparation, la mise à l'eau, la récupération et/ou l'analyse en laboratoire des collecteurs de détection. Nous tenons à remercier aussi Andrea Locke, Renée Bernier et Daniel Bourque du MPO (secteur du Golfe) pour le travail réalisé pour développer le programme de monitorage des tuniciers et pour avoir fourni les données de 2006. Nous sommes très reconnaissants envers l'équipe du plateau de stage de l'IML qui a participé à la préparation des collecteurs; de même qu'aux étudiants du Dr Rémy Rochette de l'Université du Nouveau-Brunswick à Saint-Jean pour l'analyse des contenus stomacaux de crabes verts. Nous tenons également à remercier Mario Déraspe (Le Repère du plongeur des Îles-de-la-Madeleine) pour son excellent travail d'échantillonnage en plongée sous-marine de même que tous les participants du réseau d'alerte des Îles et le Parc Forillon. Finalement, nous tenons à remercier tout spécialement Isabelle Bérubé pour son excellente assistance technique et sa contribution importante au programme de monitorage des espèces aquatiques envahissantes ainsi que Christopher W. McKindsey pour ses commentaires judicieux dans la préparation de ce rapport. Pour terminer, nous remercions sincèrement Jennifer Martin et Bénédikte Vercaemer qui ont accepté de faire la révision de ce rapport.

6. RÉFÉRENCES

Adams, J.K., Ellis, S.M., Chan, F.T., Simard, N., McKenzie, C., Martin, J.L. et Bailey, S.A. 2012. Risk Assessment for ship-mediated introductions of aquatic nonindigenous species to the Atlantic Region of Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/116. vi + 404 p.

Blott, S.J. et Pye, K. 2001. Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surf. Process. Landforms 26: 1237-1248.

Brunetti, R., Beghi, L., Bressan, M. et Marin, M.G. 1980. Combined effects of temperature and salinity on colonies of *Botryllus schlosseri* and *Botrylloides leachi* (Ascideacea) from the Venetian Lagoon. Mar. Ecol. Prog. Ser. 2: 303-314.

Carver, C.E., Mallet, A.L. et Vercaemer, B. 2006a. Biological synopsis of the solitary tunicate *Ciona intestinalis*. Can. Man. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2746: v + 55 p.

Carver, C.E., Mallet, A.L. et Vercaemer, B. 2006b. Biological synopsis of the colonial tunicates, *Botryllus schlosseri* and *Botrylloides violaceus*. Can. Man. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2747: v + 42 p.

Clarke, C.L. et Therriault, T.W. 2006. Biological synopsis of the invasive tunicate *Styela clava* (Herdman 1881). Can. Man. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2807: vi + 23p.

Dijkstra, J., Sherman, H. et Harris, L.G. 2007a. The role of colonial ascidians in altering biodiversity in marine fouling communities. J. Exp. Mar. Biol. 342 : 169-171.

Dijkstra, J., Harris, L.G. et Westerman, E. 2007b. Distribution and long-term temporal patterns of four invasive colonial ascidians in the Gulf of Maine. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 342 : 61-68.

Drouin, A. et McKindsey, C.W. 2007. QBRAT v2 assessment: *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* in the Gulf of St. Lawrence as a case study. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/007, iv + 28 p.

Eshel, G., Levy, G.J., Mingelgrin, U. et Singer, M.J. 2004. Critical evaluation of the use of laser diffraction for particle-size distribution analysis. Soil Sci. Soc. Am. J. 68 : 736–743.

Gendron, L. et Tamigneaux, É. 2008. Expériences de culture de l'algue brune *Saccharina longicrusis* en 2007 : essais en bassin et en mer au large de Paspébiac et de Grande-rivière (Québec). Rap. tech. can. sci. halieut. aquat. 2820 : x + 48 p .

Gendron, L., Gauthier, P. et Savard, G. 2007. Expériences préliminaires de culture de l'algue brune *Laminaria longicruris* en laboratoire et en mer au large de Paspébiac (Québec) en 2006. Rap. tech. can. sci. halieut. aquat. 2731 : viii + 53 p .

Haarr, M.L. 2008. Geographic variance in interactions between invasive green crabs *Carcinus maenas* and juvenile American lobsters *Homarus americanus* in Atlantic Canada. Thèse de maîtrise, Université du Nouveau-Brunswick, 110 pp.

Jamieson, G. 2002. Green crab introductions in North America: the Atlantic and Pacific experiences. In Alien Invaders in Canada's waters, wetlands, and forests. Natural Resources Canada, pp. 179-186.

Klassen, G.J. et Locke, A. 2007. Synthèse de la biologie du crabe vert européen (*Carcinus maenas*). Rapp. man. can. sci. halieut. aquat. 2818 : vii + 86 p.

Lambert, G. 2001. A global overview of ascidian introductions and their possible impact on endemic fauna. In Sawada H., Yokosawa H., Lambert C.C (eds). The biology of Ascidians, Springer-Verlag, Tokyo, pp. 249-257.

Locke, A. 2009. A screening procedure for potential tunicate invaders of Atlantic Canada. Aquatic Invasions 4 (1): 71-79.

Locke, A., Hanson, J.M., Ellis, K.M., Thompson, J. et Rochette, R. 2007. Invasion of the southern Gulf of St. Lawrence by the clubbed tunicate (*Syela clava* Herdman): Potential mechanisms for invasions of Prince Edward Island estuaries. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 342: 69-77.

Logan, A., McKay, A.A. et Noble, J.P.A. 1983. Sublittoral hard substrates. In Marine and Coastal System of the Quoddy Region, New Brunswick. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 64 : 119-139.

Lutz-Collins, V., Ramsay, A., Quijon, P. et Davidson, J. 2009. Invasive tunicates fouling mussel lines: evidence of their impact on native tunicates and other epifaunal invertebrates. Aquat. Invasions 4 : 213-220.

Ma KC.K., Simard, N., Stewart-Clark, S., Bernier, R., Nadeau, M., Moore, A. and Willis, J. (En préparation). First records, monitoring, and the phylogenetic analysis of the colonial ascidian *Diplosoma listerianum* (Milne-Edwards, 1841) in eastern Canada.

MPO. 2010. Le crabe commun des eaux côtières du Québec en 2009. Secr. Can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/010.

Paille, N., Lambert, J., Simard, N. et Pereira, S. 2006. Le crabe vert (*Carcinus maenas*) : Revue de littérature et situation aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 276 : vi + 36 p.

Rossong, M.A., Williams, P.J., Comeau, M., Mitchell, S.C. et Apaloo, J. 2006. Agonistic interactions between the invasive green crab, *Carcinus maenas* (Linnaeus) and juvenile American lobster, *Homarus americanus* (Milne Edwards). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 329: 281-288.

Scheibling, R.E., Hennigar, A.W. et Balch, T. 1999. Destructive grazing, epiphytism, and disease: the dynamics of sea urchin-kelp interactions in Nova Scotia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 2300-2314.

Sephton, D., Vercaemer, B., Nicolas, J. M. et Keays, J. 2011. Monitoring for invasive tunicates in Nova Scotia, Canada (2006-2009). Aquat. Invasions 6 (4) : 391-403.

Simard, N., Paille, N. et McKindsey, C.W. 2007. *Codium fragile* spp. *tomentosoides* : revue de littérature et situation aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2786 : vii + 40 p.

Smith, O.R. et Chin, E. 1951. The effects of predation on the soft clams, *Mya arenaria*. Proc. Natl. Shellfish Assoc. 1951: 37-44.

Therriault, T.W. et Herborg, L.-M. 2007. Risk assessment for two solitary and three colonial tunicates in both Atlantic and Pacific Canadian waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/063, iv + 64 p.

Therriault, T.W., Herborg, L.-M., Locke, A. et McKindsey, C.W. 2008. Risk assessment for European green crab (*Carcinus maenas*) in Canadian waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/042, iv + 40 p.

Turcotte, C., Sainte-Marie, B. et Tremblay, R. (En préparation). Facultative kleptoparasitism as a factor explaining invasion success of a caprellid amphipod.

Turcotte, C. 2010. La caprelle japonaise *Caprella mutica* et son impact sur l'élevage de moules *Mytilus* spp. : un cas de kleptoparasitisme? Mémoire présenté dans le cadre du programme de maîtrise en océanographie en vue de l'obtention du grade de maître ès océanographie, Université du Québec à Rimouski, Août 2010, 98 pages.

Turcotte, C. et Sainte-Marie, B. 2009. Synthèse de la biologie de la caprelle japonaise (*Caprella mutica*). Rapp. man. can. sci. halieut. aquat. 2903 : vii + 28 p.

7. TABLEAUX

Tableau 1. Activités de monitorage et de contrôle du crabe vert réalisées aux Îles de la Madeleine de 2004 à 2011. Types d'engins : CC : casier à crabe commun; CF : casier de type Fukui; CH : casier à homard modifié; CP : casier pyramidal (format réduit); TV : trappe à vairons (ou bourolle); V : verveux. Dispositions : PC : casiers parallèles à la côte ; FC : casiers en formation carrée; T : Transect. Autres mesures : S : salinité; T : température. Effort de pêche = nombre de casiers x nombres de jours de pêche.

Date	Site	Engin	Disposition des casiers	Effort de pêche (jour)	Prof. (m)/ Dist. entre casiers (m)	Données recueillies					
						T	S	Type de fond	Granulométrie	Espèces associées	Contenus stomacaux
2004*	Havre de la Grande Entrée	CC/CH	PC	49	1-2 / 900	-	-	-	-	X	-
Sept. – Oct.	Bassin aux Huîtres	CC/CH/CP	Transect	83	-	-	-	-	-	X	-
	Baie Old Harry	CC/CH/CP/V	PC	12	1-2 / 900	-	-	-	-	X	-
	Baie Clarke	CC/CH/CP/V	PC	9	1-2 / 900	-	-	-	-	X	-
2005*	Havre de la Grande Entrée	CP/TV	PC	79	0,5 / 300	-	-	X	-	X	-
Juin-Juillet	Bassin aux Huîtres	CP/TV	PC/Transect	232	0,5 / 300	-	-	X	-	X	-
	Baie Old Harry	CP/TV	PC/Transect	410	0,5 / 300	-	-	X	-	X	-
	Baie Clarke	CP/TV	PC/Transect	257	0,5 / 300	-	-	X	-	X	-
	Baie de Grosse Île	CP/TV	PC	88	0,5 / 300	-	-	X	-	X	-
	Lagune de la Grande Entrée	CP/TV	PC	428	0,5 / 150	-	-	X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons	CP/TV	PC	224	0,5 / 150	-	-	X	-	X	-
	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CP/TV	PC	12	0,5 / 150	-	-	X	-	X	-
	Baie du Bassin	CP/TV	PC	82	0,5 / 150	-	-	X	-	X	-
	Havre du Havre Aubert	CP/TV	PC	56	0,5 / 150	-	-	X	-	X	-
2006	Bassin aux Huîtres	CP/V	PC	17	-	-	-	-	-	-	-
Sept. – Oct.	Baie Old Harry	CP	PC	6	-	-	-	-	-	-	-
	Baie Clarke	CP	PC	6	-	-	-	-	-	-	-
	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CP/V	PC	48	-	-	-	-	-	-	-
	Baie du Bassin (Grande-Rivière)	CP/V/TV	PC	23	-	-	-	-	-	-	-
2007	Bassin aux Huîtres	CP/SE/V	PC	13	-	-	-	-	-	-	-
Juillet – Sept.	Baie Old Harry	CP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Baie Clarke	CP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CP/V	PC	38	-	-	-	-	-	-	-
	Baie du Bassin (Grande-Rivière)	CP/V	PC	62	-	-	-	-	-	-	-
2008	Bassin aux Huîtres	CP/CF/SE/V	PC	108	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
Août	Baie Old Harry	CP/CF/SE	PC	120	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
Monitorage	Baie Clarke	CP/CF/SE	PC	120	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
	Lagune du Havre aux Maisons (Cap Vert)	CP/CF/SE	PC	64	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X

Tableau 1 (suite)

Date	Site	Engin	Disposition des casiers	Effort de pêche (jour)	Prof. (m)/ Dist. entre casiers (m)	Données recueillies					
						T	S	Type de fond	Granulométrie	Espèces associées	Contenus stomacaux
2008	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CP/CF/SE/V	PC	108	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
Août	Baie du Bassin (Grande Rivière)	CP/CF/SE	PC	108	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
Monitorage	Baie du Bassin	CP/CF/SE	PC	144	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
2008	Bassin aux Huîtres	CF/V	PC	287	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
Sept. – Oct.	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CF/V	PC	82	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
Contrôle	Baie du Havre aux Basques (Goulet)	CF/V	PC	90	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
	Baie du Bassin (Grande-Rivière)	CF/V	PC	228	0,5-1 / 18	X	X	X	X	X	X
2009	Lagune de la Grande Entrée	CF	Carré	53	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
Juin et Oct.	Bassin aux Huîtres	CF/V	Carré	116	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
Monitorage	Baie Old Harry	CF	Carré	116	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
Contrôle	Baie Clarke	CF	Carré	117	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CF/V	Carré	98	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie du Bassin (Grande-Rivière)	CF	Carré	674	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
	Havre du Havre Aubert	CF/V	Carré	99	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons (Petite Baie)	CF	Carré	78	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons (Baie Sud)	CF	Carré	80	<0,9 / 3-6	X	X	X	-	X	-
	Pointe-Aux-Loups (Quai Sud)	CF	Carré	53	<0,9 / 3-7	X	X	X	-	X	-
	Étang-du-Nord (Étang à Fernand)	CF/V	Carré	89	<0,9 / 3-5	X	X	X	-	X	-
2010	Havre de la Grande Entrée (quai)	CF/V	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
Juin et Août	Bassin aux Huîtres	CF	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
Monitorage	Baie Old Harry	CF	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie Clarke	CF	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CF/V	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie du Bassin (Grande-Rivière)	CF	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Havre du Havre Aubert	CF/V	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons (Petite Baie)	CF	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X		X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons (Cuesta)	CF/V	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons (Cap Vert)	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Étang-du-Nord (Étang à Fernand)	CF/V	Carré	18	0,5-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-

Tableau 1 (suite)

Date	Site	Engin	Disposition des casiers	Effort de pêche (jour)	Prof. (m)/ Dist. entre casiers (m)	Données recueillies					
						T	S	Type de fond	Granulométrie	Espèces associées	Contenus stomacaux
2010	Havre de la Grande Entrée (quai)	CF/V	Carré	756	0,5-1/ 3-5	-	-	-	-	-	-
Juil. – Oct.	Bassin aux Huîtres	CF/V	Carré	5544	0,5-1/ 3-5	X	-	-	-	X	-
Contrôle	Baie du Bassin	CF/V	Carré	58410	0,5-1/ 3-5	X	-	-	-	X	-
	Cap aux Meules (marina)	CF/V	Carré	5	0,5-1/ 3-5	-	-	-	-	-	-
2011	Havre de la Grande Entrée (quai)	CF	Carré	12	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
Juillet et Sept.	Bassin aux Huîtres	CF/V	Carré	13	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
Monitorage	Baie Old Harry	CF	Carré	13	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie Clarke	CF	Carré	14	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie du Havre aux Basques (Pointe des Canots)	CF/V	Carré	17	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie du Bassin (Grande-Rivière)	CF/V	Carré	72	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Baie du Bassin (Débarcadère)	V	-		-	-	-	-	-	-	-
	Havre du Havre Aubert	CF	Carré	18	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons (Petite Baie)	CF	Carré	14	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Lagune du Havre aux Maisons (Cuesta)	CF	Carré	15	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Étang-du-Nord (Étang à Fernand)	CF/V	Carré	15	0,3-1/ 3-5	X	X	X	-	X	-
	Étang-du-Nord (Quai)	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Étang-du-Nord (Usine)	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Baie de Grosse Île	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	Débarcadère	CF	Carré	310	0,3-1/ 3-5	-	-	-	-	X	-
Sept. - Oct.	Portage	CF	Carré	310	0,3-1/ 3-5	-	-	-	-	X	-
Contrôle	Ouest	CF	Carré	217	0,3-1/ 3-5	-	-	-	-	X	-
Baie du Bassin	Grande-Rivière	CF/V	Carré	310	0,3-1/ 3-5	-	-	-	-	X	-
	Gisement Le Gabillon	CF	Carré	220	0,3-1/ 3-5	-	-	-	-	X	-
	Gisement Le Goulet	CF	Carré	220	0,3-1/ 3-5	-	-	-	-	X	-
	Gisement La Rivière	CF	Carré	280	0,3-1/ 3-5	-	-	-	-	X	-

* Paille *et coll.* 2006.

Tableau 2. Sites et périodes d'échantillonnage du programme de monitorage des EAE à l'aide de collecteurs de détection (plaques/pétris) de 2006 à 2011. P-É : Printemps-Été; É-A : Été-Automne; P-A : Printemps-Automne.

SITES	2006			2007			2008			2009			2010			2011		
	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A
Côte-Nord																		
Baie Jacques-Cartier (site aquacole)										X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mingan (Île Niapiskau)																	X	
Sept-Îles (marina et quai commercial)										X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gaspésie																		
Matane (quai)							X	X		X	X	X				X	X	X
Les Méchins (quai)										X								
Sainte-Anne-des-Monts (marina)								X		X	X	X				X	X	X
Mont-Louis (quai)										X		X						
Cloridorme (quai)							X	X		X	X	X						
Rivière-au-Renard (marina)										X			X	X	X	X	X	X
Baie de Gaspé / Bassin Nord-Ouest (site aquacole)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Baie de Gaspé / Cap Haldimand (site aquacole)										X	X	X						
Baie de Gaspé / Grande Grave (quai)										X	X	X						
Baie de Gaspé / Gaspé (marina)													X	X	X	X	X	X
Baie de Gaspé / Penouille (site aquacole)																X	X	X
Sainte-Thérèse (quai)										X	X	X	X	X	X	X	X	X
Grande-Rivière (quai)										X	X	X				X	X	X
Chandler (marina)							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Newport (quai)							X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Paspébiac (marina)							X	X	X	X	X	X	X					
Bonaventure (marina)										X	X	X		X		X	X	X
Baie Cascapédia (site aquacole)		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X						
Carleton (marina)													X	X	X	X	X	X
Baie Tracadigache																		

Tableau 2. (suite)

SITES	2006			2007			2008			2009			2010			2011		
Îles de la Madeleine	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A	P-É	É-A	P-A
Cap-aux-Meules (quais)	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lagune de Grande Entrée (site aquacole)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Havre de la Grande Entrée (quai commercial)													X	X	X	X	X	X
Havre du Havre Aubert (marina)				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Baie de Plaisance (site aquacole)				X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lagune du Havre aux Maisons (site aquacole)				X	X		X	X	X	X		X	X	X	X			
Lagune du Havre aux Maisons (marina)																X	X	X
Pointe Basse (quai)							X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Lagune de Grande Entrée (quai Mines Seleine)							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Baie du Bassin (site aquacole)										X	X	X	X	X	X	X	X	X

☐ Aucun collecteur installé ☒ Collecteur installé et analysé ▩ Collecteur perdu

Tableau 3. Sites et périodes d'échantillonnage du programme de monitorage des EAE en plongée sous-marine de 2006 à 2011. M : mars; J : juillet; A : août; S : septembre; O : octobre; N : novembre et D : décembre.

SITES	2006					2007						2008					2009						2010			2011		
	J	A	S	O	N	M	J	A	S	O	N	J	A	S	O	N	J	A	S	O	N	D	A	S	O	A	S	O
Gaspésie																												
Grande-Rivière (marina)																		X									X	
Baie de Cascapédia																		X										
Baie de Gaspé (sites aquacoles et marina)															X			X									X	
Sainte-Thérèse (marina)																		X									X	
Carleton (marina)																		X									X	
Chandler (marina)																		X									X	
Port-Daniel (marina)																											X	
Rivière-au-Renard (marina)																											X	
Îles-de-la-Madeleine																											X	
Cap-aux-Meules (marina et quai des pêcheurs)	X					X	X	X	X		X	X	X		X	X		X		X			X		X	X		X
Cap-aux-Meules (quai commercial)	X					X	X	X	X		X	X	X		X	X		X		X			X		X	X		X
Havre de la Grande Entrée (quai commercial)	X						X	X	X		X	X	X		X	X		X		X			X		X	X		X
Havre de la Grande Entrée (site aquacole)							X	X	X		X																	
Havre du Havre Aubert (marina)	X						X	X	X		X	X	X		X	X		X		X		X	X		X	X		X
Havre du Havre Aubert (quai commercial)																	X											
Lagune du Havre aux Maisons (marina)	X						X	X	X		X	X	X		X	X							X		X	X		X
Lagune du Havre aux Maisons (quai commercial)	X						X	X	X		X	X	X		X	X				X	X		X		X	X		X
Lagune du Havre aux Maisons (quai du Cap Vert)	X						X	X	X		X	X	X		X	X				X	X		X		X	X		X
Lagune du Havre aux Maisons (sites aquacoles)							X	X	X		X					X				X	X		X		X	X		X
Lagune du Havre aux Maisons (quai de Pointe Basse)								X												X	X							
Île d'Entrée (quai)												X	X		X	X												

8. FIGURES

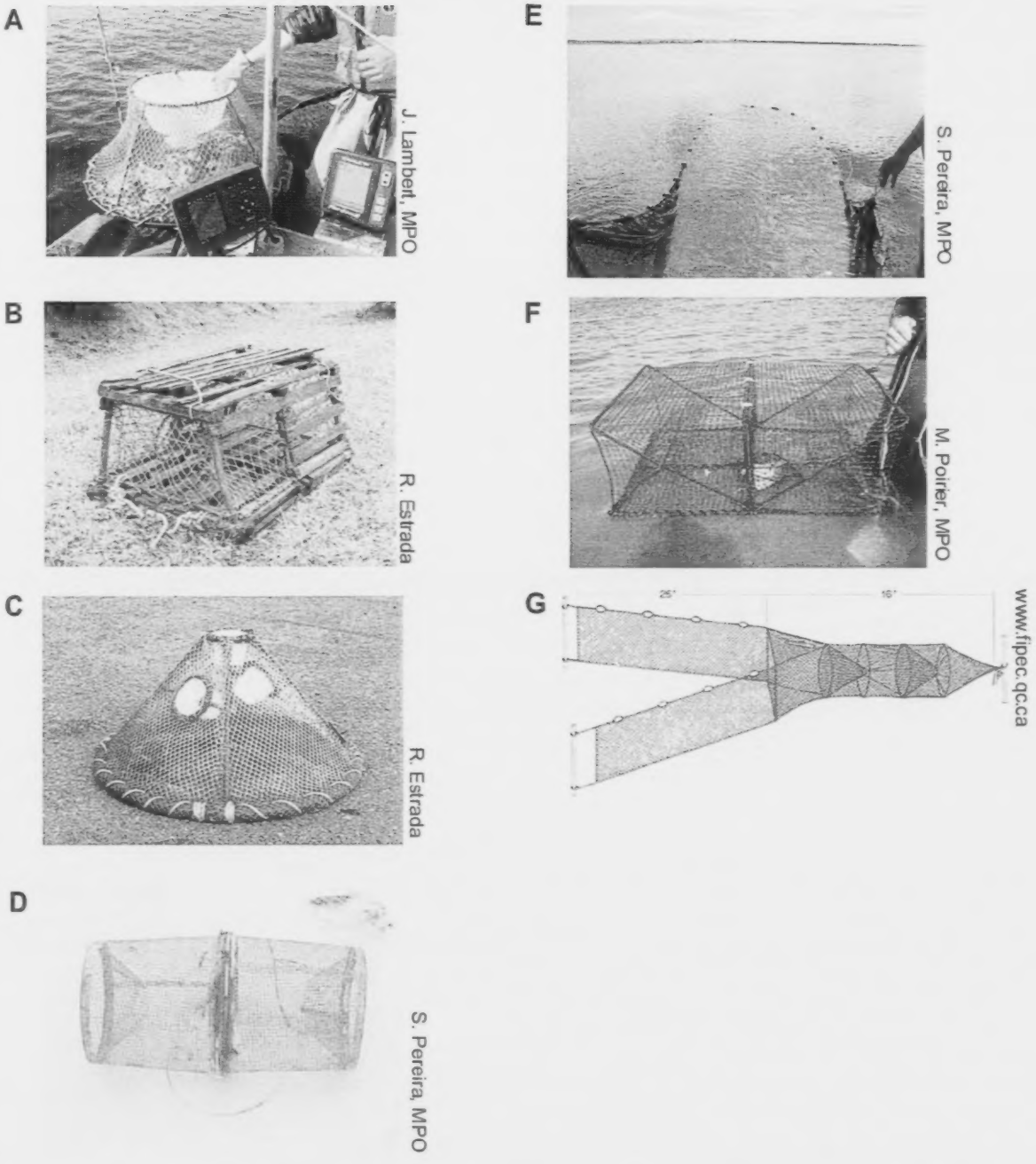

Figure 1 Engins de pêche utilisés pour la capture du crabe vert. A) casier conique à crabe commun; B) casier à homard; C) casier pyramidal; D) trappe à vairons (bourolle) avec ouverture agrandie; E) senne de plage; F) casier de type Fukui; G) verveux.

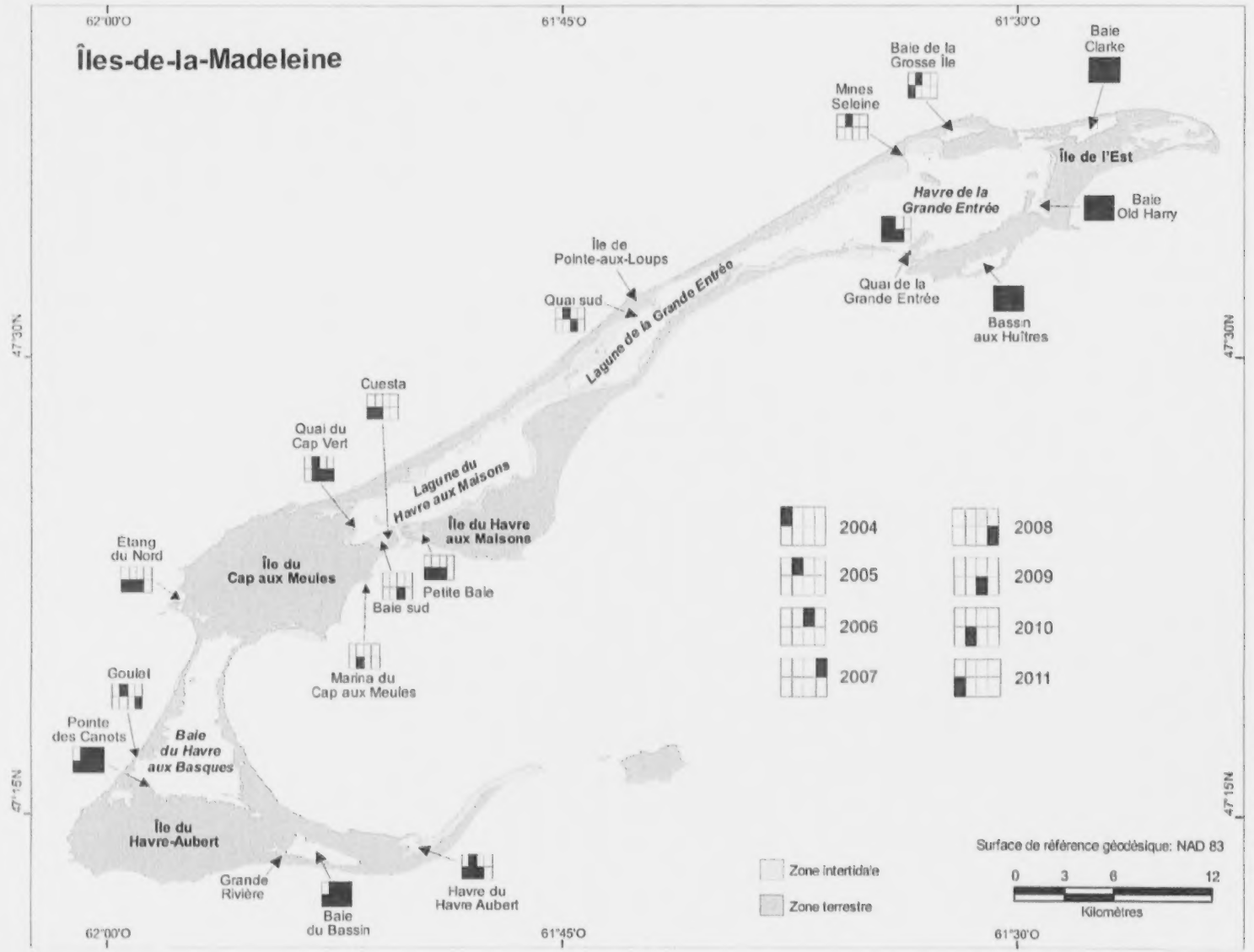

Figure 2. Sites et années de monitorage et de contrôle du crabe vert aux Îles de la Madeleine de 2004 à 2011.

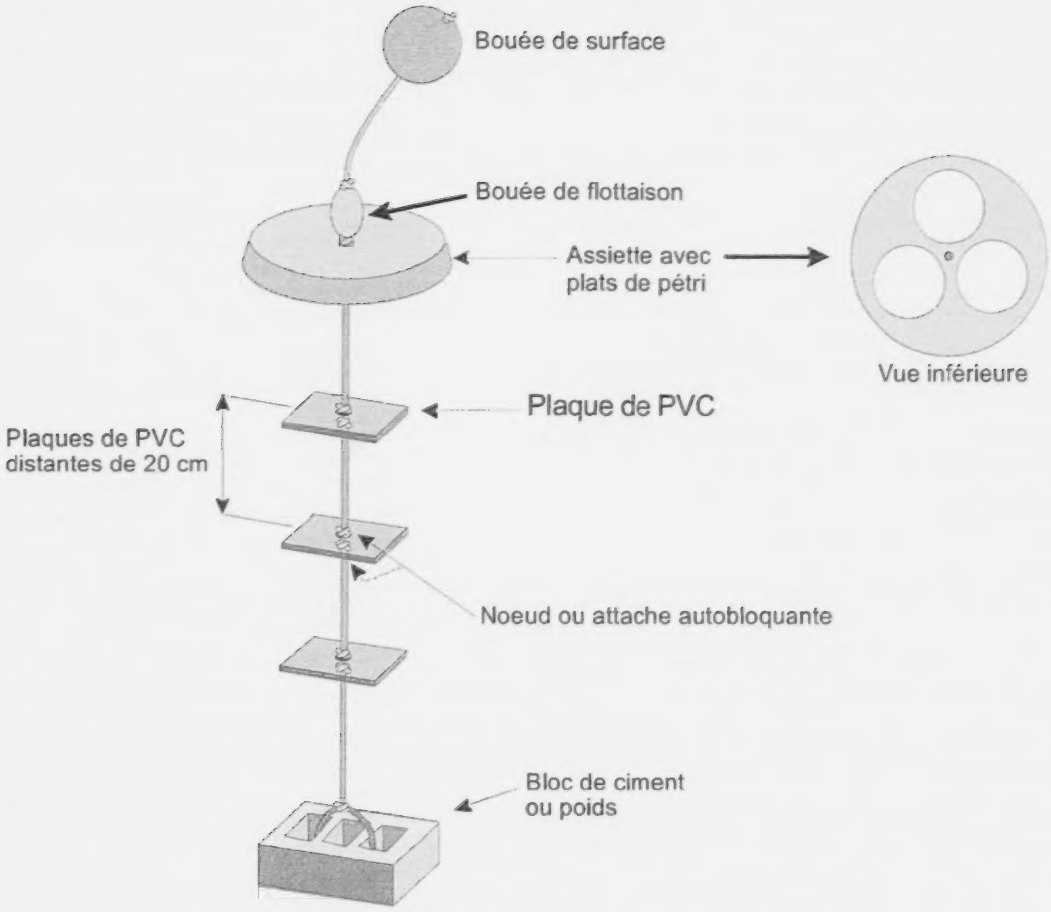

Figure 3. Illustration du montage d'un collecteur de détection (plaques/pétris) d'espèces aquatiques envahissantes.

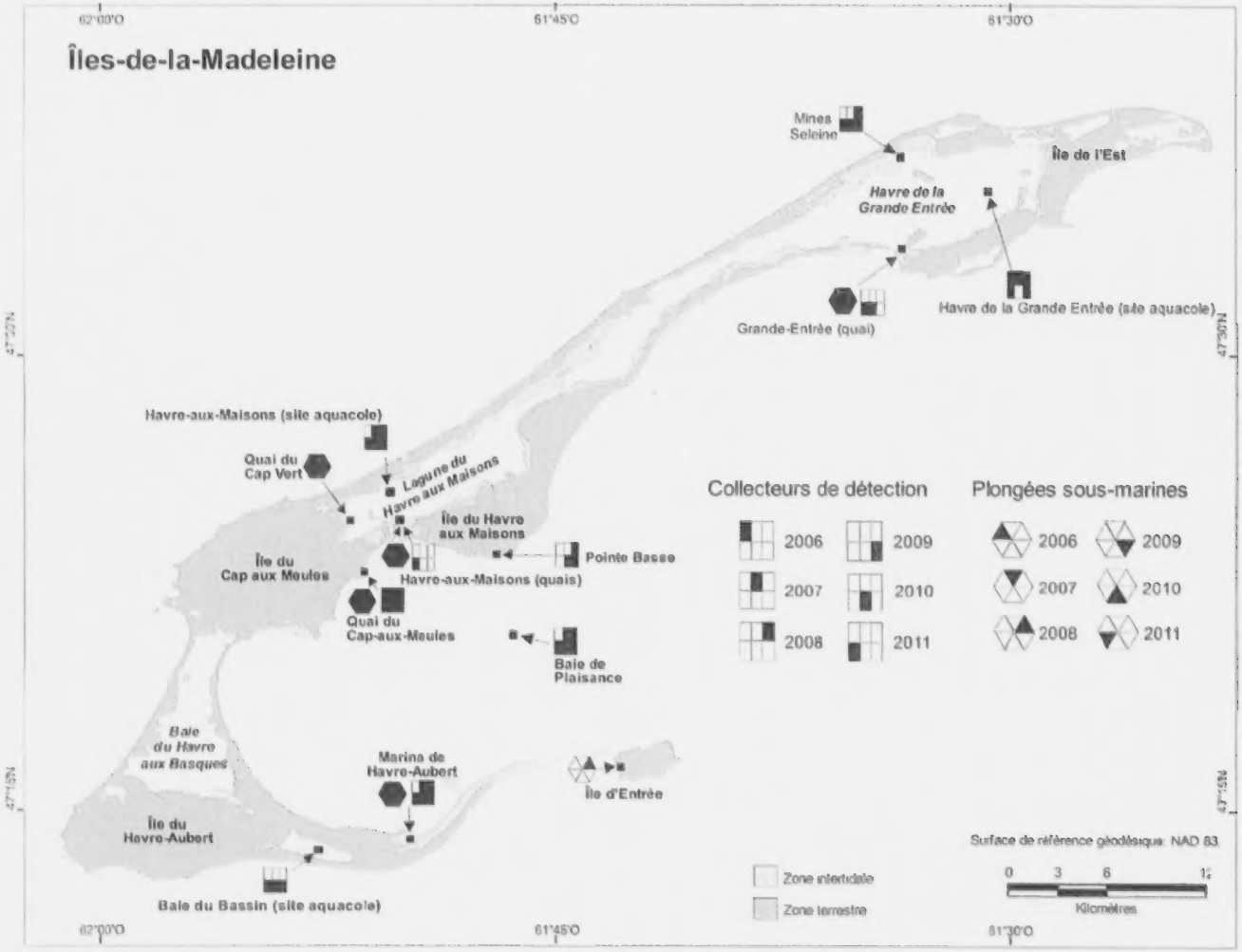

Figure 4. Sites et années de monitorage des espèces aquatiques envahissantes à l'aide des collecteurs de détection et des plongées sous-marines aux Îles de la Madeleine de 2006 à 2011.

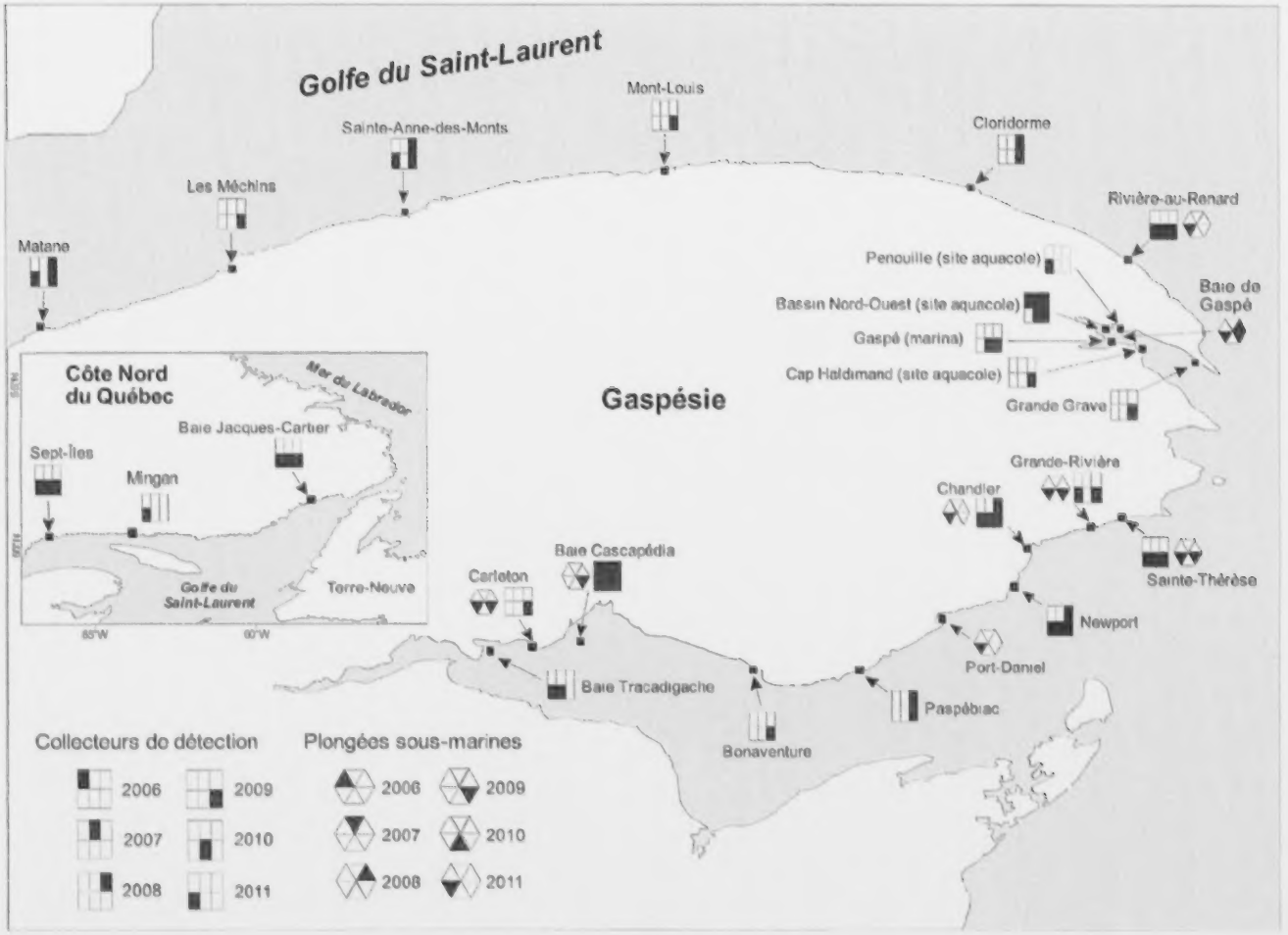

Figure 5. Sites et années de monitorage des espèces aquatiques envahissantes à l'aide des collecteurs de détection et des plongées sous-marines en Gaspésie et sur la Côte Nord du Québec de 2006 à 2011.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Effort de pêche (jrs)	153	1868	102	113	1459	1592	64897	2071
C (%)	0	0	14	3	42	44	77	66
V (%)	100	0	86	97	58	56	23	34

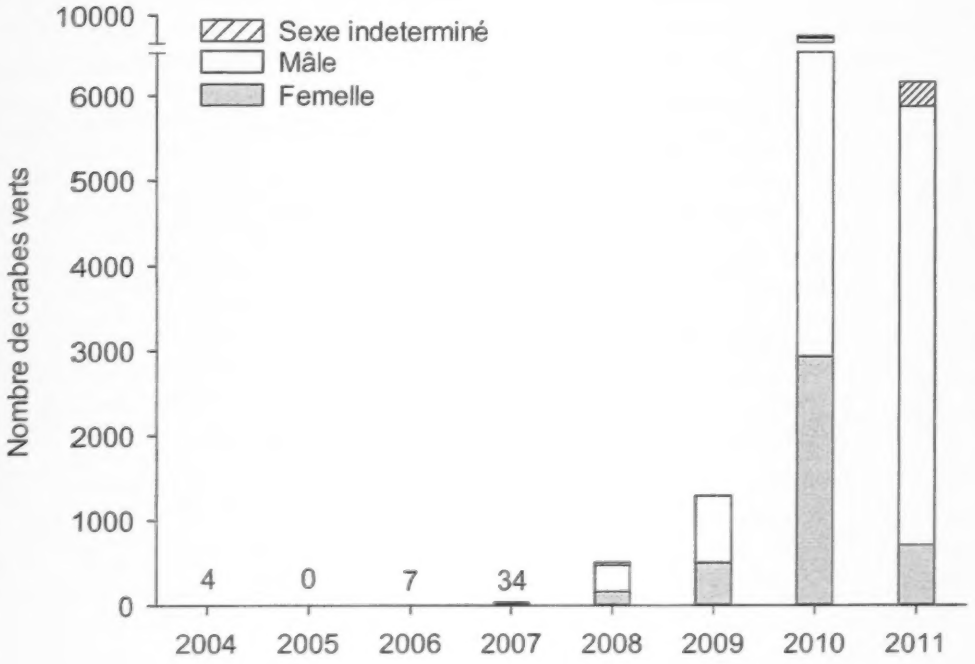

Figure 6. Captures annuelles totales de crabes verts (mâle, femelle et sexe indéterminé) aux Îles-de-la-Madeleine de 2004 à 2011. L'effort de pêche (jours) au casier et les pourcentages de crabes verts capturés par tous les types de casiers (C) et les verveux (V) sont indiqués dans un encadré au-dessus des histogrammes.

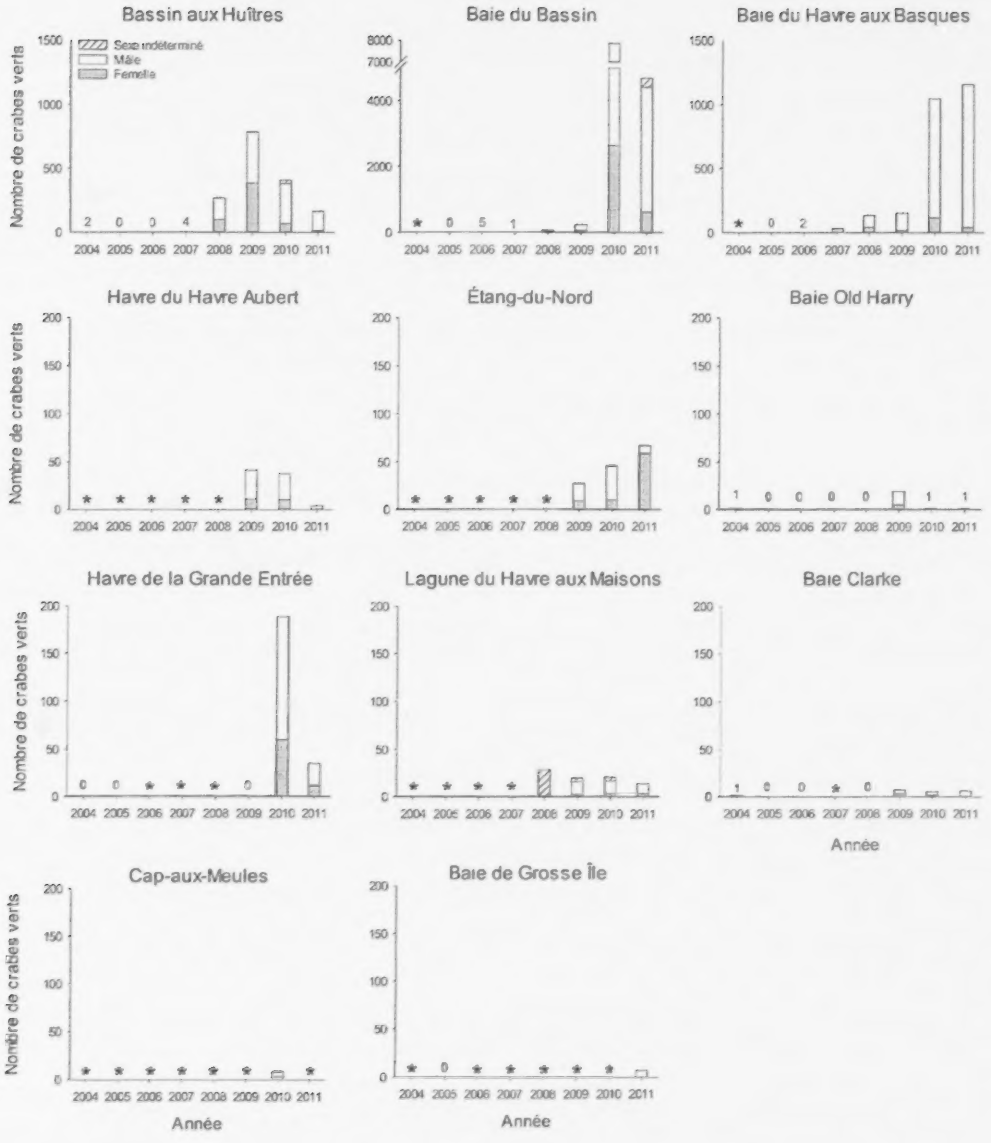

Figure 7. Captures annuelles totales (tous les types de casiers et verveux) de crabes verts (mâle, femelle et sexe indéterminé) par site aux Îles-de-la-Madeleine de 2004 à 2011. Les nombres insérés dans les graphiques indiquent un nombre total de crabes lorsque n<5. * Aucune donnée.

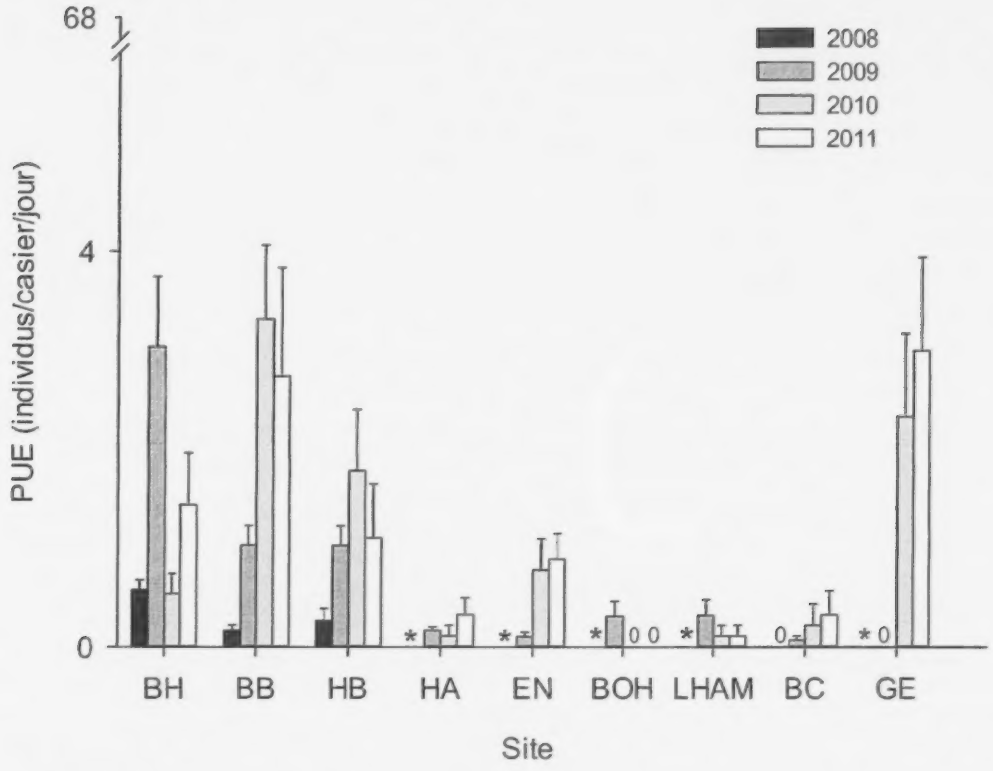

Figure 8. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers (pyramidal et Fukui) aux Îles-de-la-Madeleine de 2008 à 2011 (monitorage automnal et contrôle). BH : bassin aux Huîtres; BB : baie du Bassin; HB : baie du Havre aux Basques; HA : havre du Havre Aubert; EN : Étang-du-Nord; BOH : Baie Old Harry; LHAM: Lagune du Havre aux Maisons; BC : Baie Clarke ; GE : havre de la Grande Entrée (quai). * Aucune donnée.

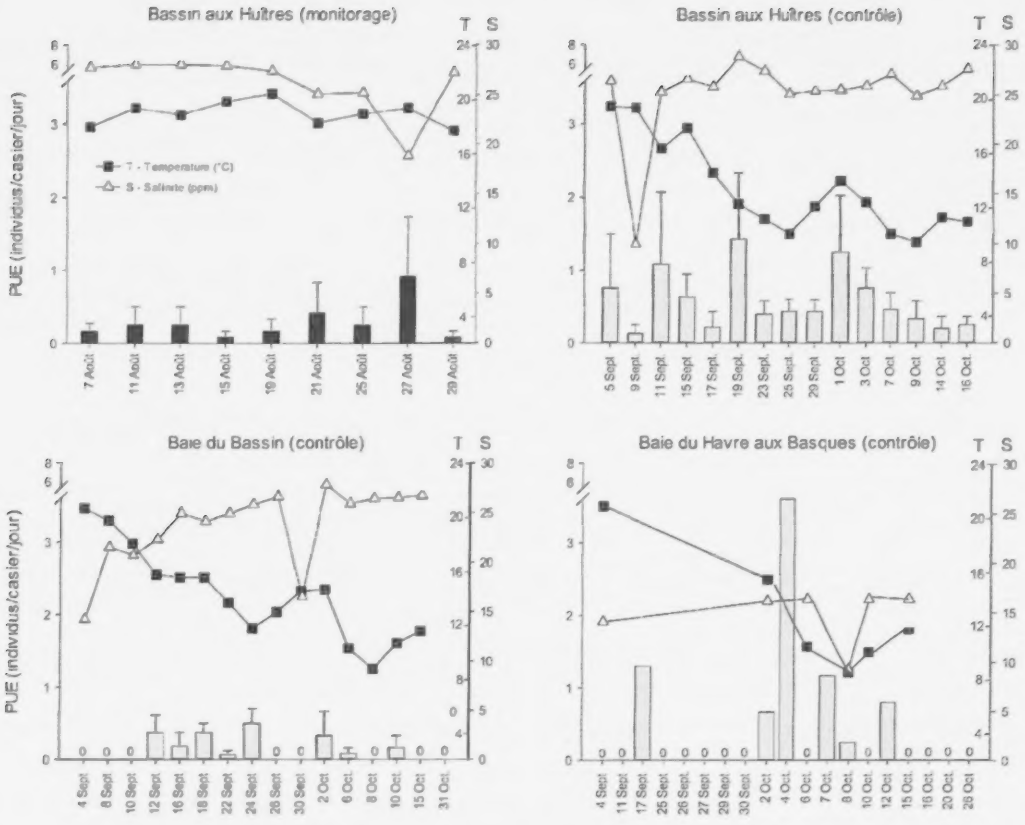

Figure 9. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers (pyramidaux et Fukui) en 2008 durant le monitorage (bassin aux Huîtres) et le contrôle (bassin aux Huîtres, baie du Bassin et baie du Havre aux Basques) aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures et salinités moyennes journalières sont présentées pour chacun des sites échantillonnés. Il n'a pas été possible de calculer les erreurs standards pour la baie du Havre aux Basques (nombre total d'individus dans l'ensemble des casiers au lieu du nombre par casier).

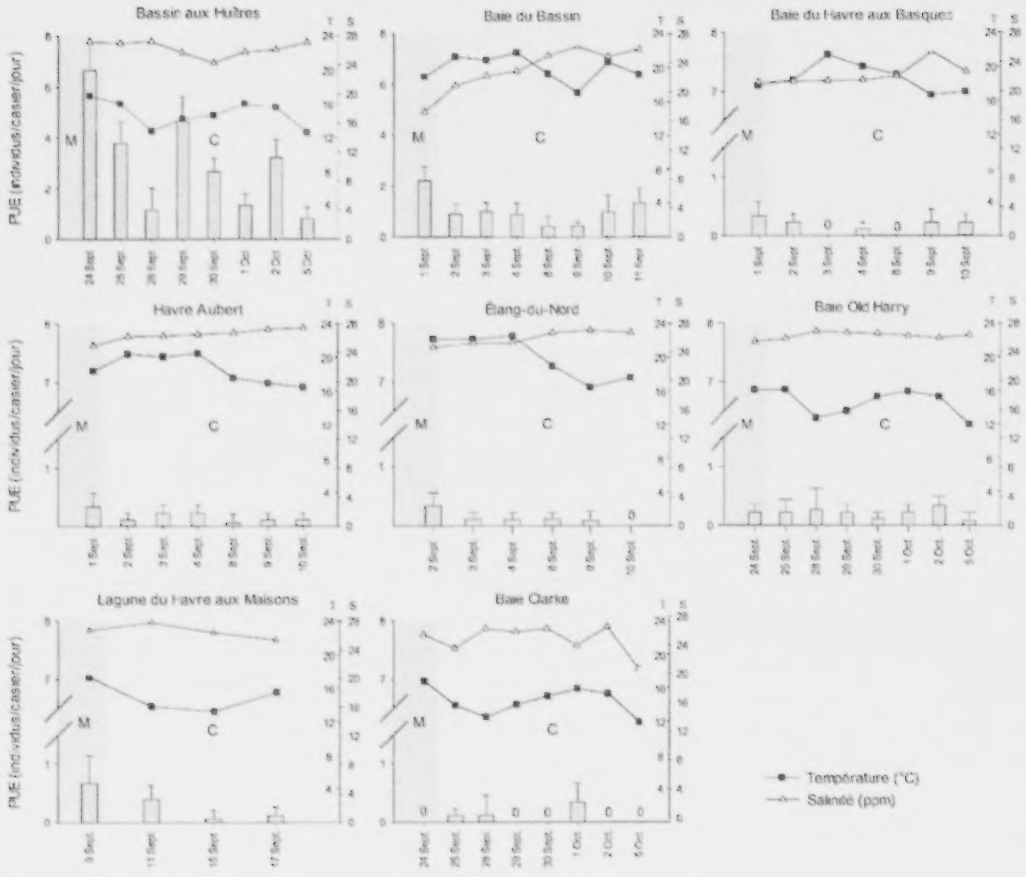

Figure 10. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers de type Fukui en 2009 durant le monitorage automnal (M) et le contrôle (C) dans les sites suivis aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures et salinités moyennes journalières mesurées sont présentées pour chacun des sites échantillonnés.

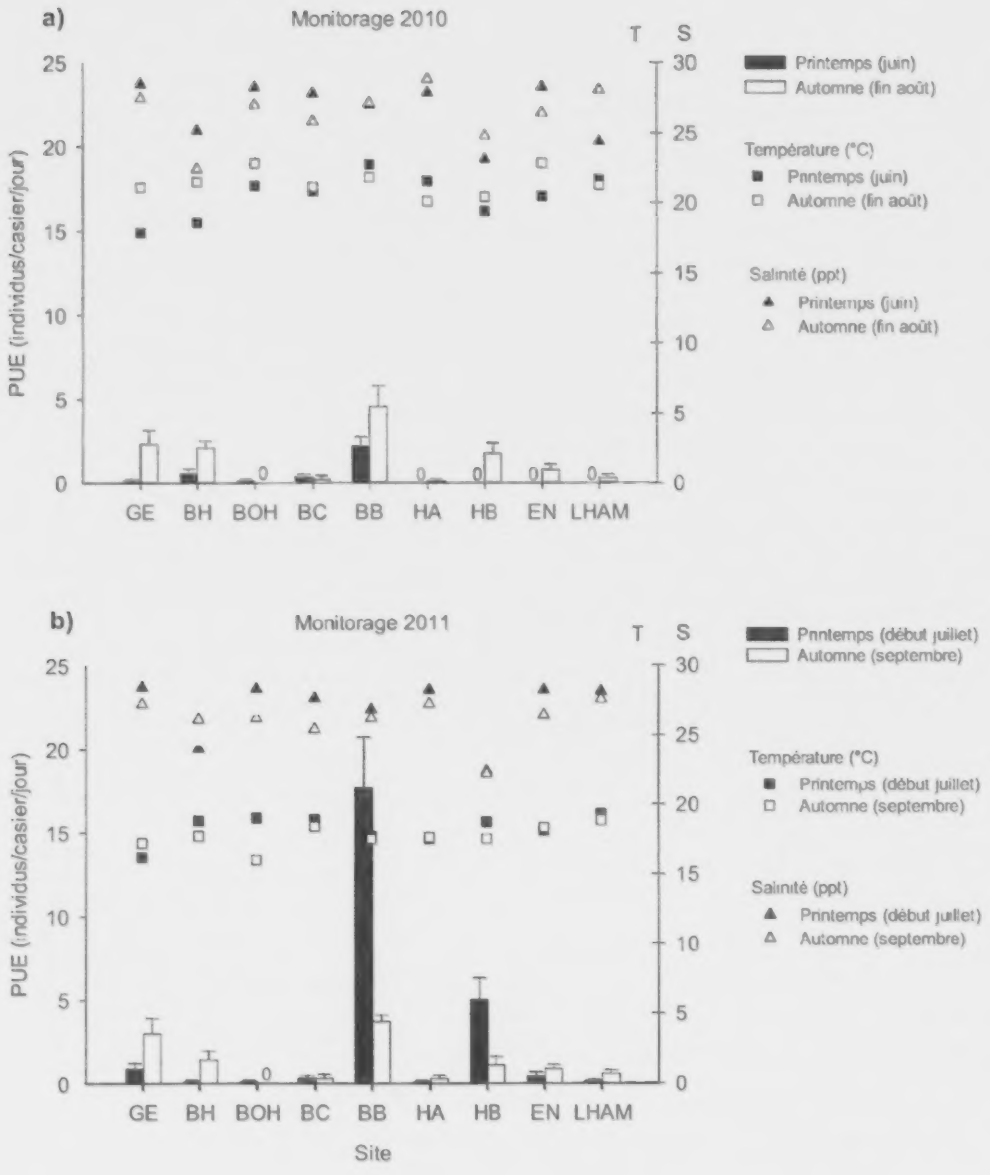

Figure 11. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers de type Fukui durant les deux périodes de monitorage en 2010 (**a**) et 2011 (**b**) dans les sites suivis aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures et salinités moyennes journalières mesurées sont présentées pour chacun des sites échantillonnés. GE : havre de la Grande Entrée; BH : bassin aux Huîtres; BOH : baie Old Harry; BC : baie Clarke ; BB : baie du Bassin; HA : havre du Havre Aubert; HB : baie du Havre aux Basques; EN : Étang-du-Nord; LHAM: lagune du Havre aux Maisons.

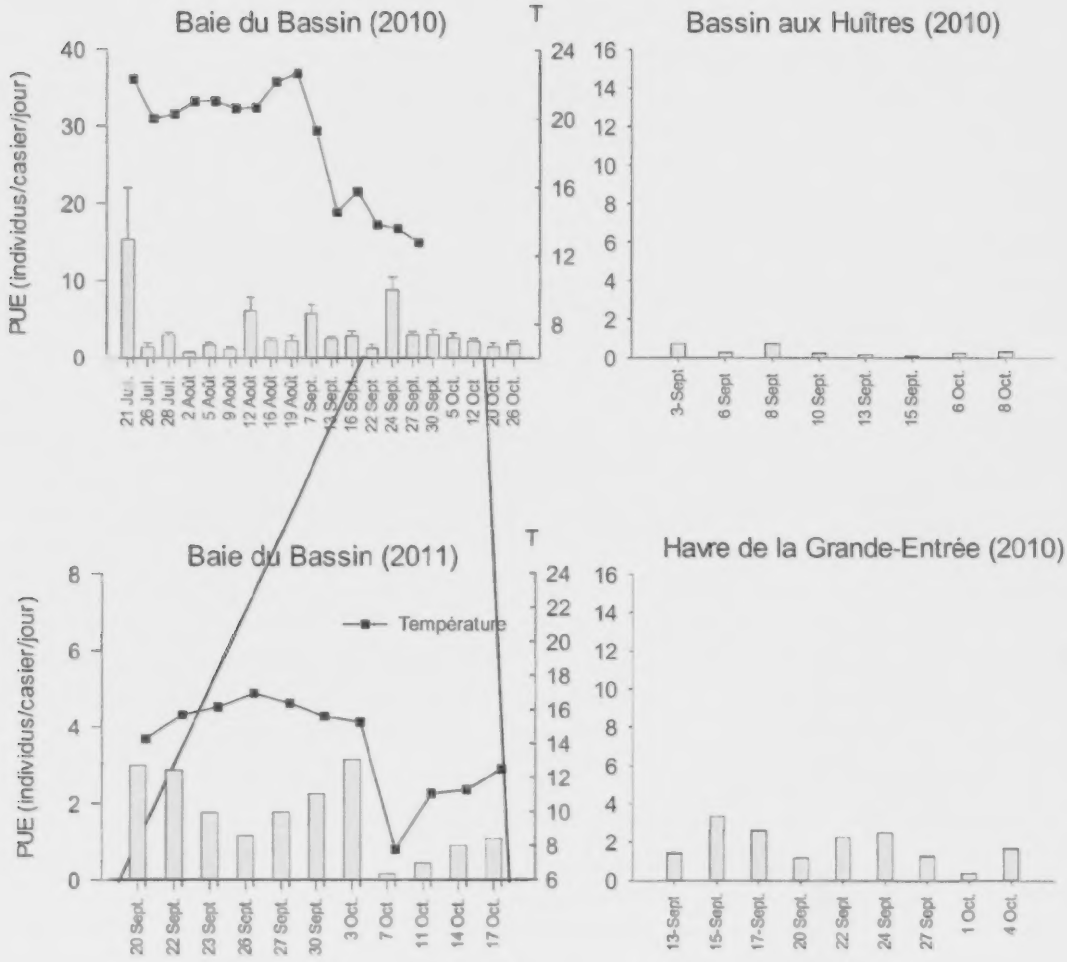

Figure 12. Prises par unité d'effort (PUE ± erreur standard) de crabes verts par les casiers de type Fukui lors des pêches intensives (contrôle) de 2010 et 2011 aux Îles-de-la-Madeleine. Les températures moyennes journalières mesurées sont présentées pour la baie du Bassin. Il n'a pas été possible de calculer les erreurs standards pour le bassin aux Huîtres, le havre de la Grande-Entrée et la baie du Bassin 2011 (nombre total d'individus dans l'ensemble des casiers au lieu du nombre par casier).

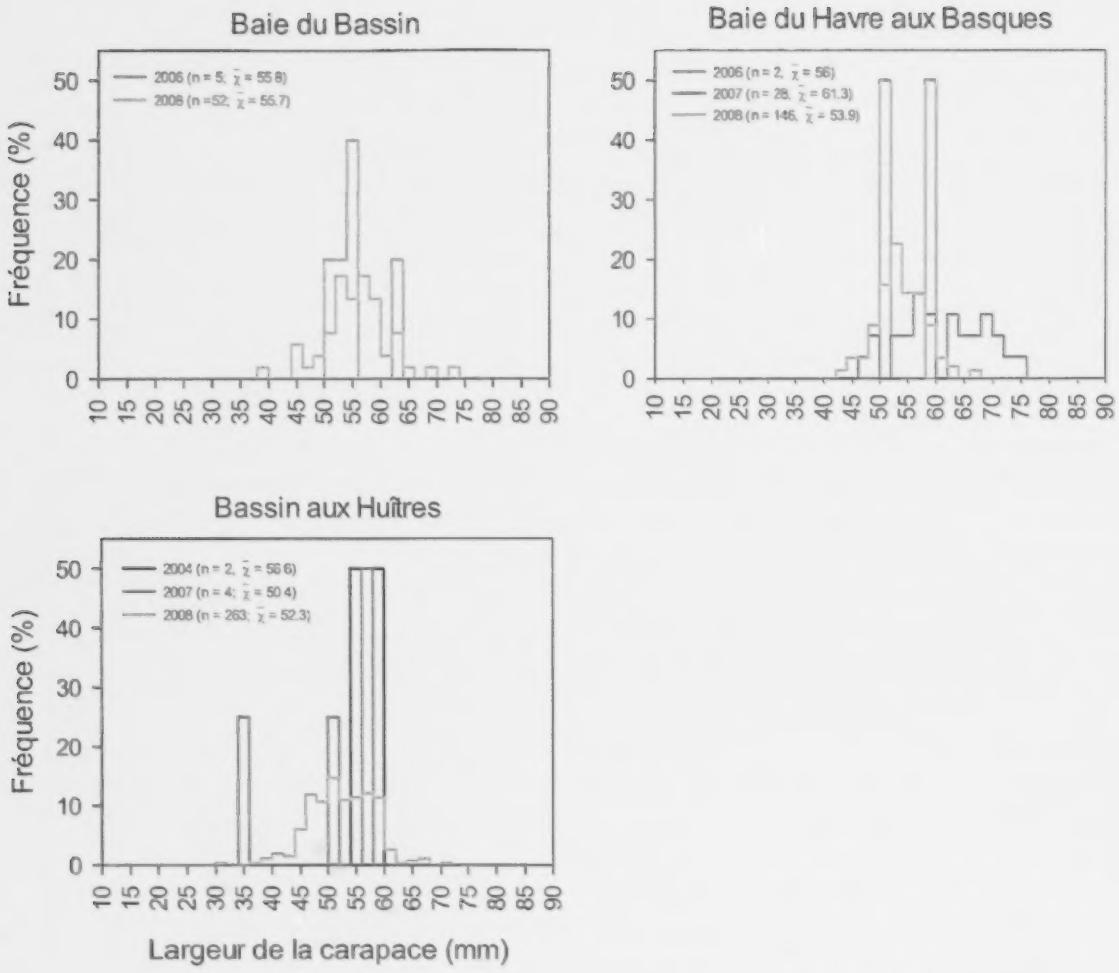

Figure 13. Structures de taille des crabes verts (largeur du céphalothorax) capturés aux Îles-de-la-Madeleine dans la baie du Bassin (2006 et 2008), la baie du Havre aux Basques (2006-2008) et le bassin aux Huîtres (2004, 2007 et 2008).

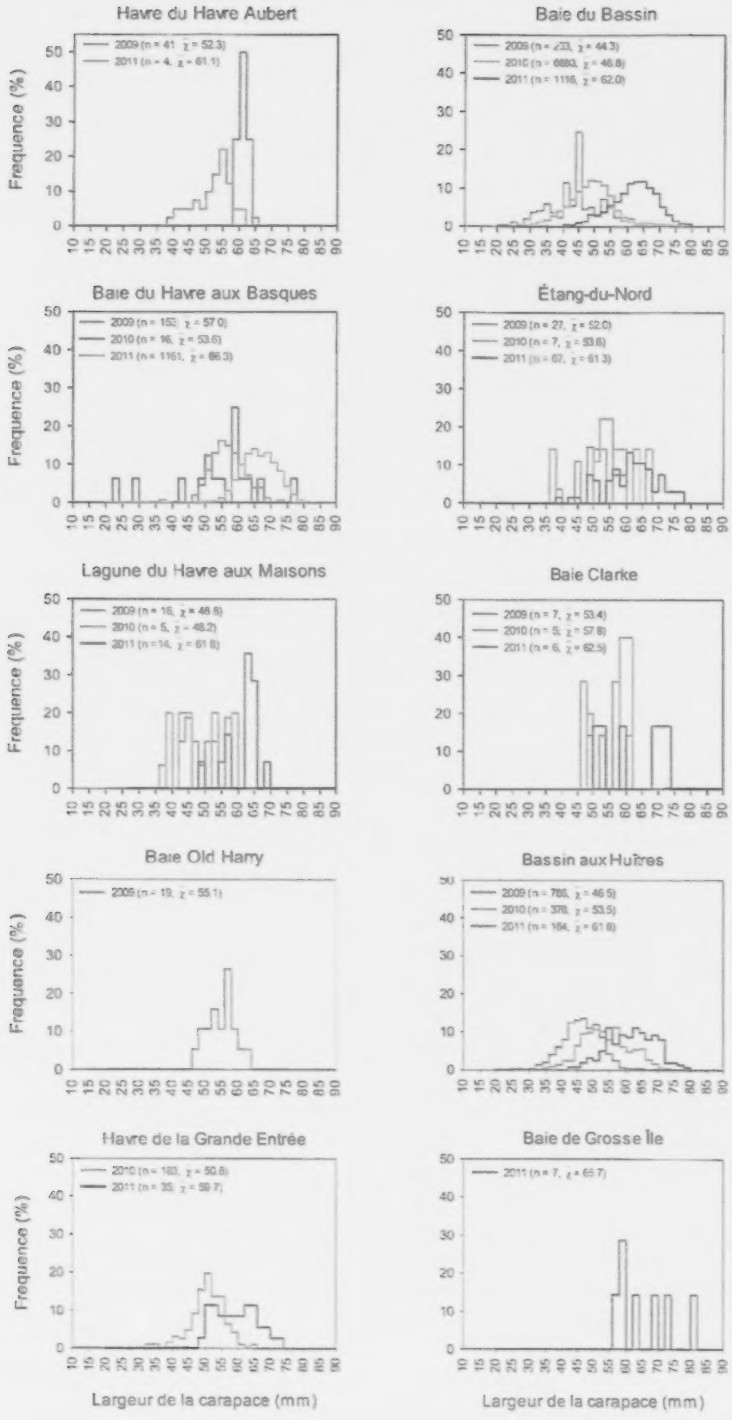

Figure 14. Structures de taille des crabes verts (largeur du céphalothorax) capturés dans les sites suivis aux Îles-de-la-Madeleine de 2009 à 2011.

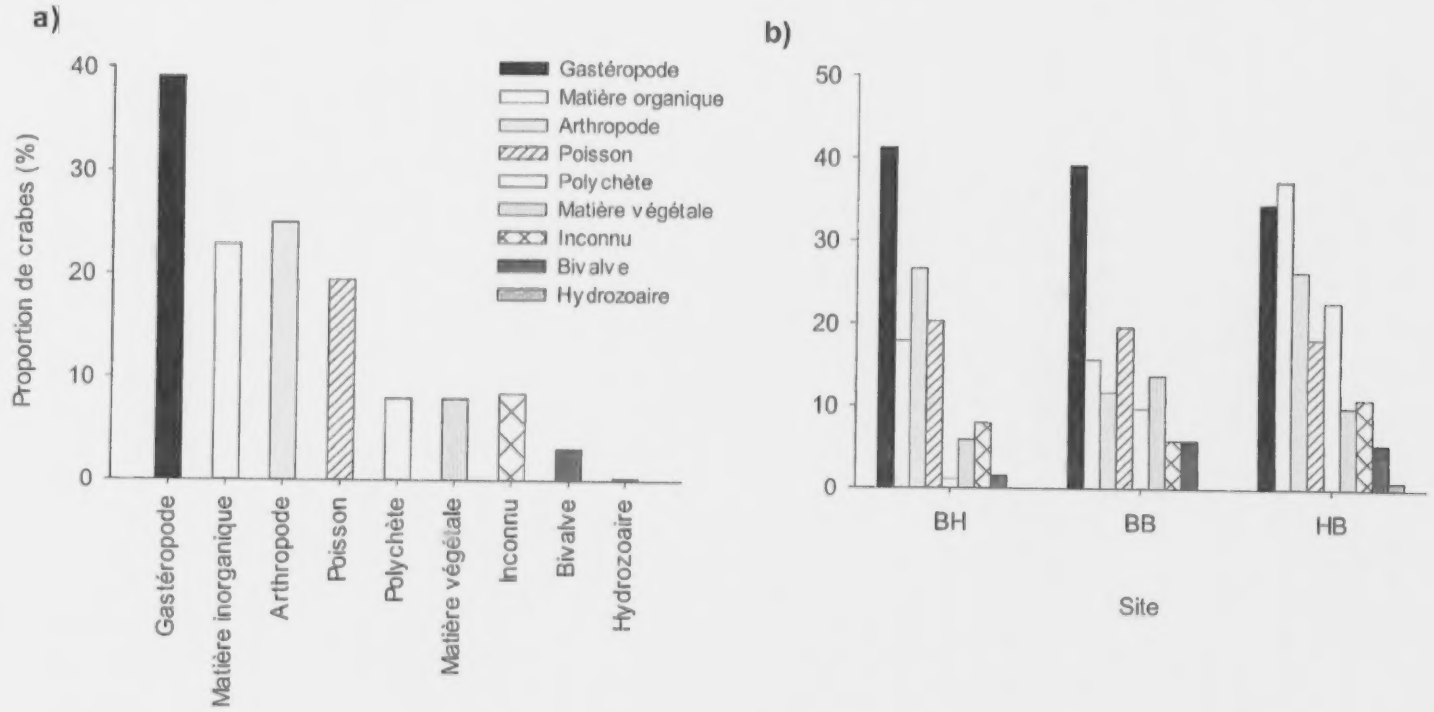

Figure 15. Proportion (%) de crabes verts tous sites confondus contenant les différents types de proies (**a**) et proportion (%) de crabes verts contenant les divers types de proies à chaque site échantillonné (**b**). BH : bassin aux Huîtres ; BB : baie du Bassin ; HB : baie du Havre aux Basques.

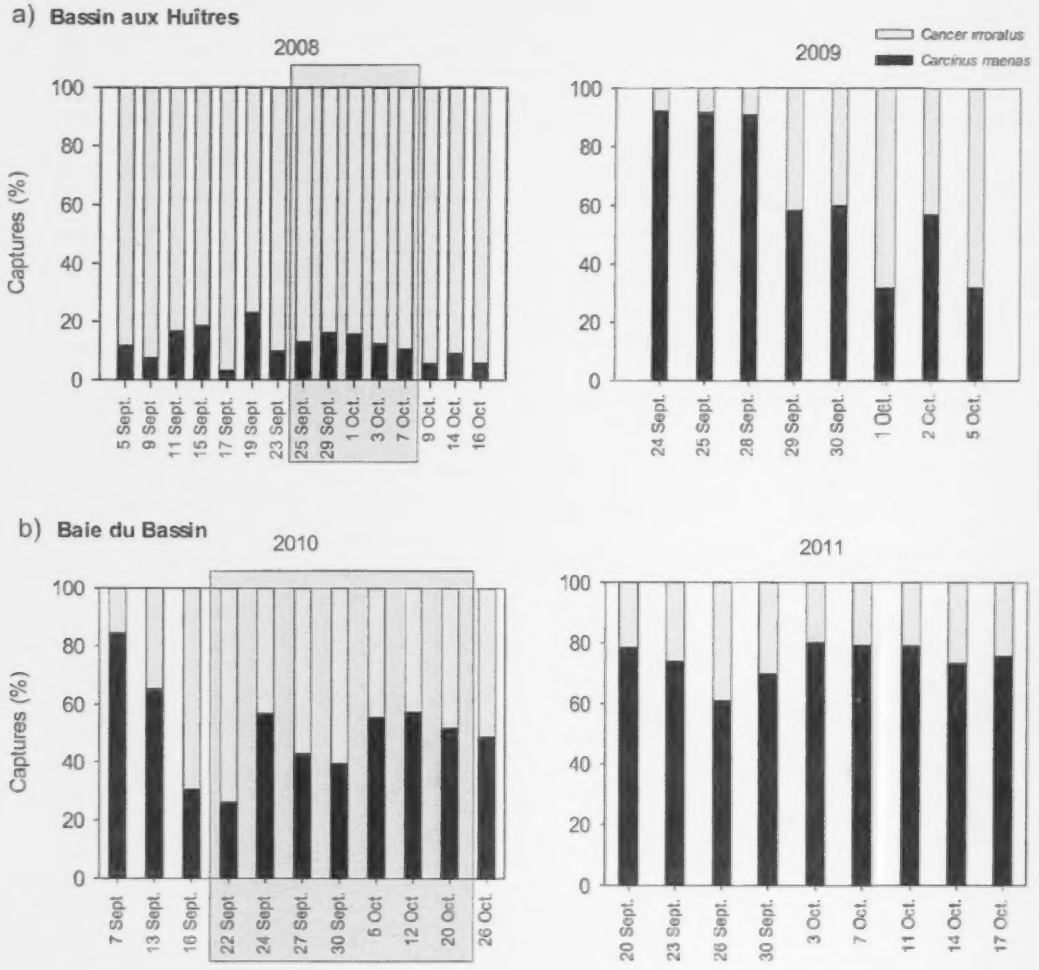

Figure 16. Captures journalières (%) de crabes verts et de crabes communs dans le bassin aux Huîtres (2008-2009) (**a**) et dans la baie du Bassin (2010-2011) (**b**). Pour faciliter la comparaison, les encadrés sur les figures de 2008 et 2010 indiquent la période au cours de laquelle la pêche a eu lieu dans les deux sites l'année suivante.

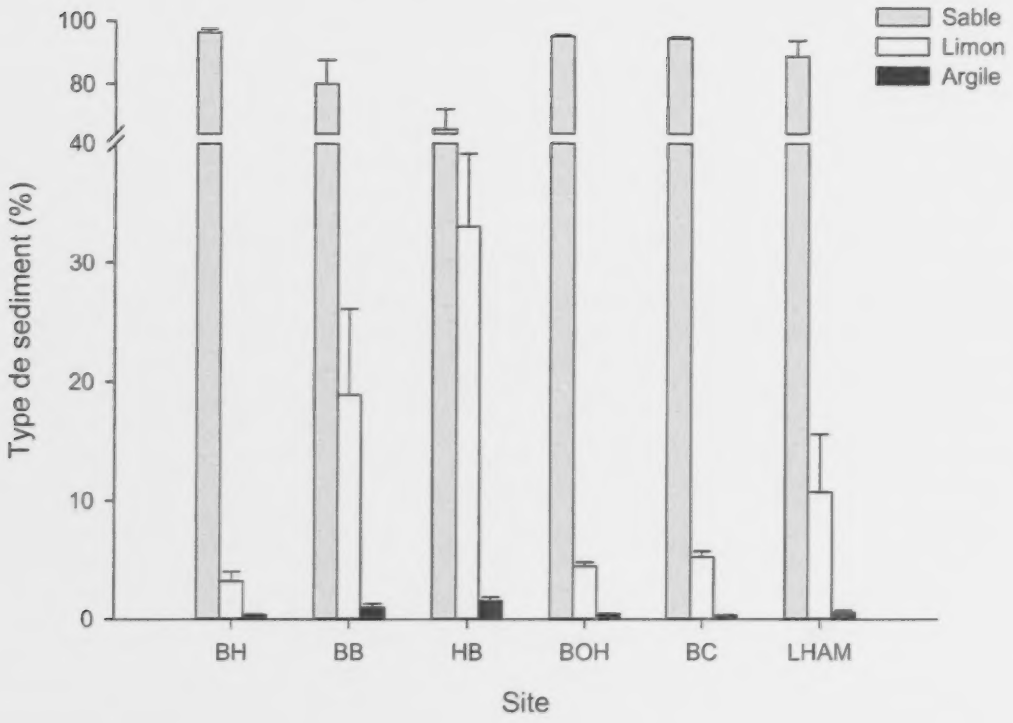

Figure 17. Composition moyenne (%) des sédiments prélevés dans chacun des sites échantillonnés en 2008 aux Îles-de-la-Madeleine. BH : bassin aux Huîtres; BB : baie du Bassin ; BC : baie Clarke; BOH : baie Old Harry; HB : baie du Havre aux Basques; LHAM : lagune du Havre aux Maisons. Les barres représentent les erreurs standards.

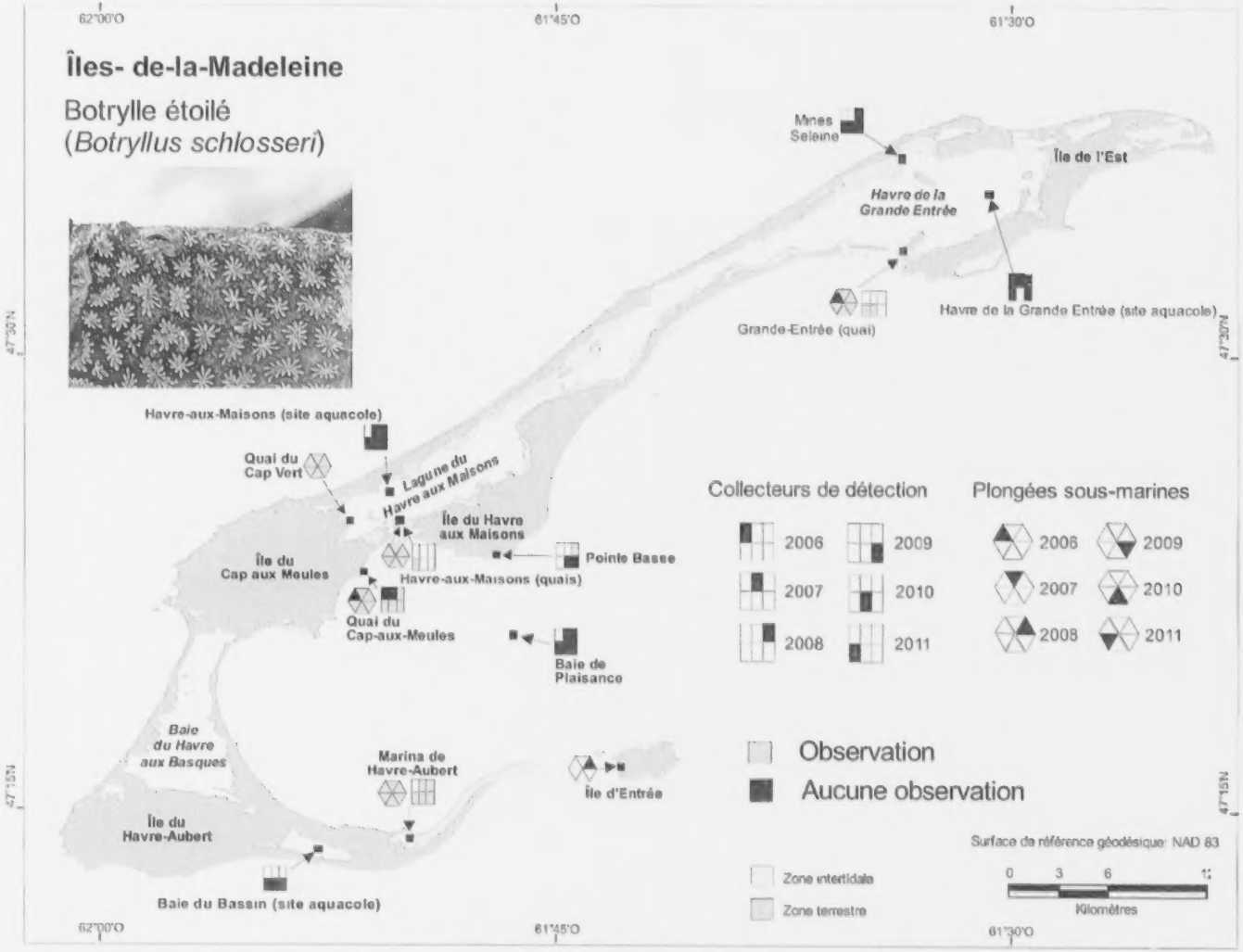

Figure 18. Sites et années d'observations du botrylle étoilé (*B. schlosseri*) sur les collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.

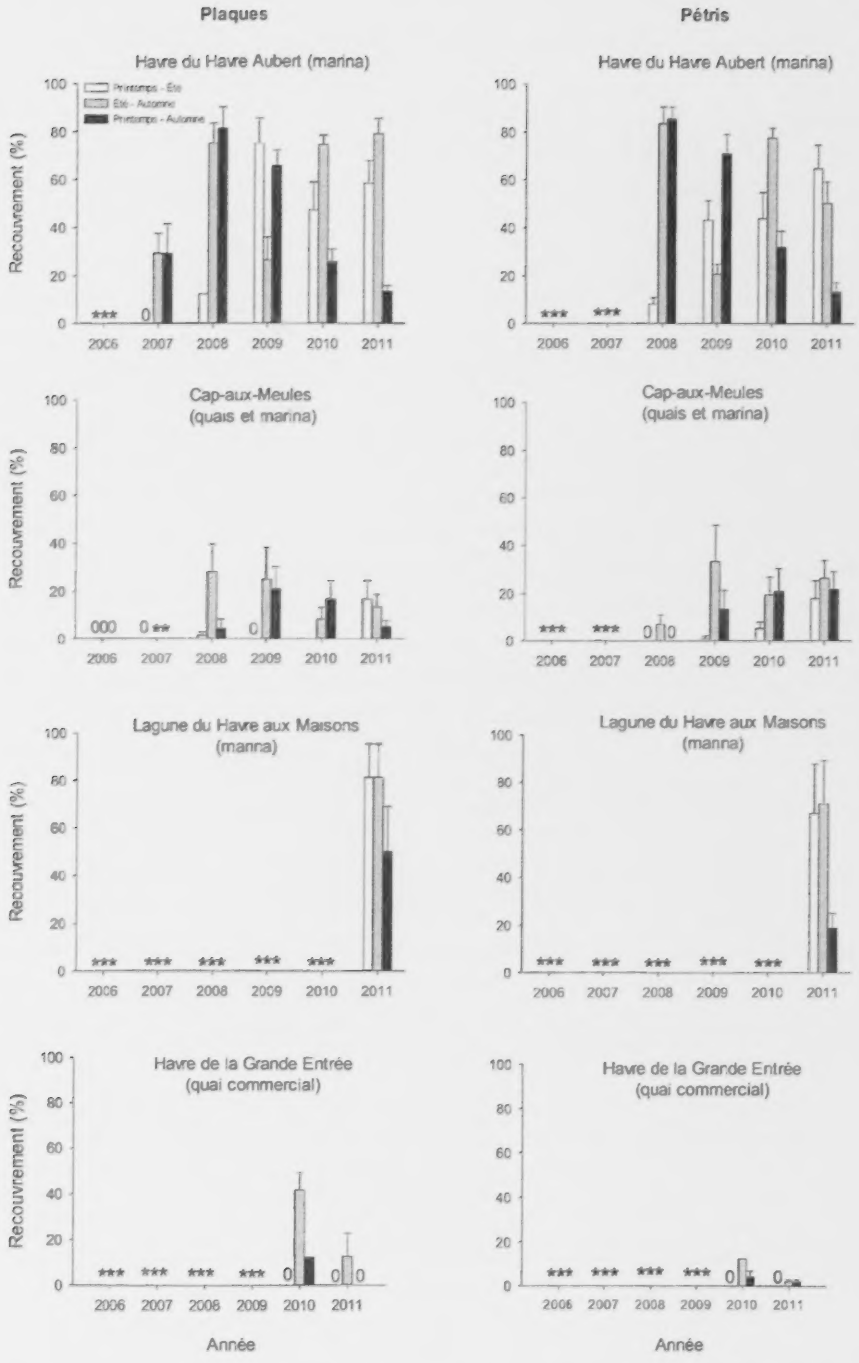

Figure 19. Recouvrement (%) du botrylle étoilé (*B. schlosseri*) sur les collecteurs de détection (plaques et pétris) de 2006 à 2011 aux sites du havre du Havre Aubert, Cap-aux-Meules, lagune du Havre aux Maisons (marina) et havre de la Grande Entrée (quai). Les barres représentent les erreurs standards. * Aucune donnée.

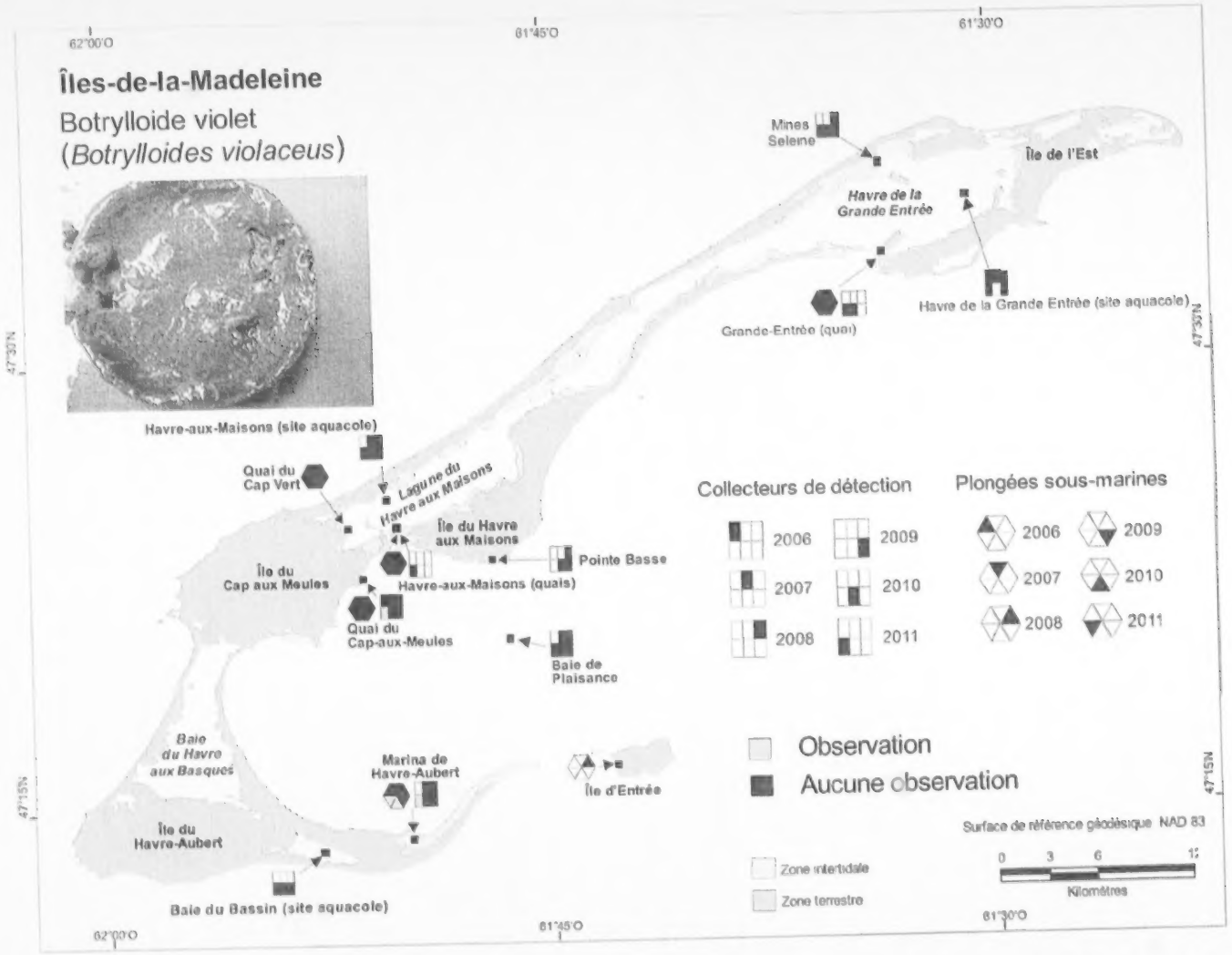

Figure 20. Sites et années d'observations du botrylloïde violet (*B. violaceus*) sur les collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.

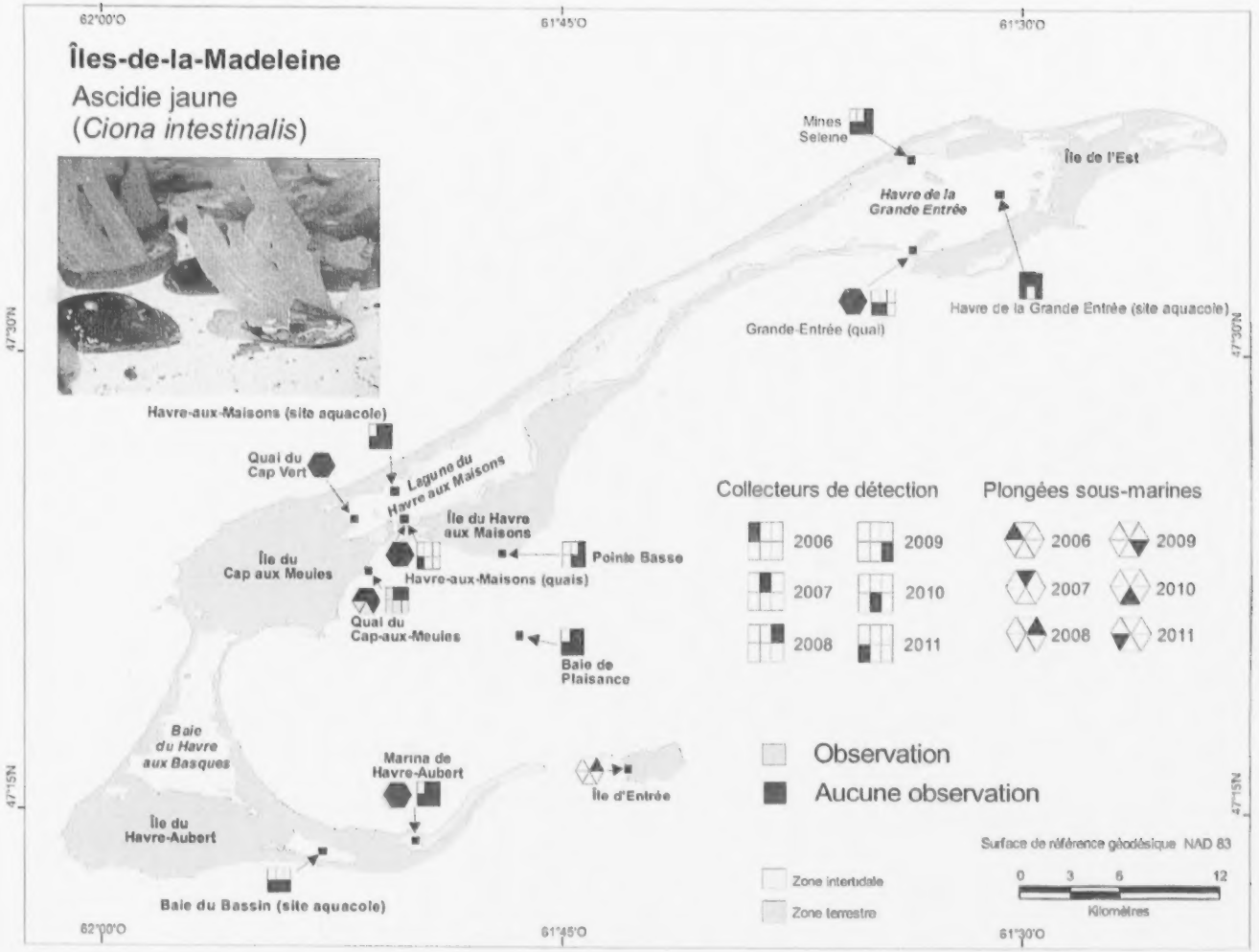

Figure 21. Sites et années d'observations de l'ascidie jaune (*C. intestinalis*) sur les collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.

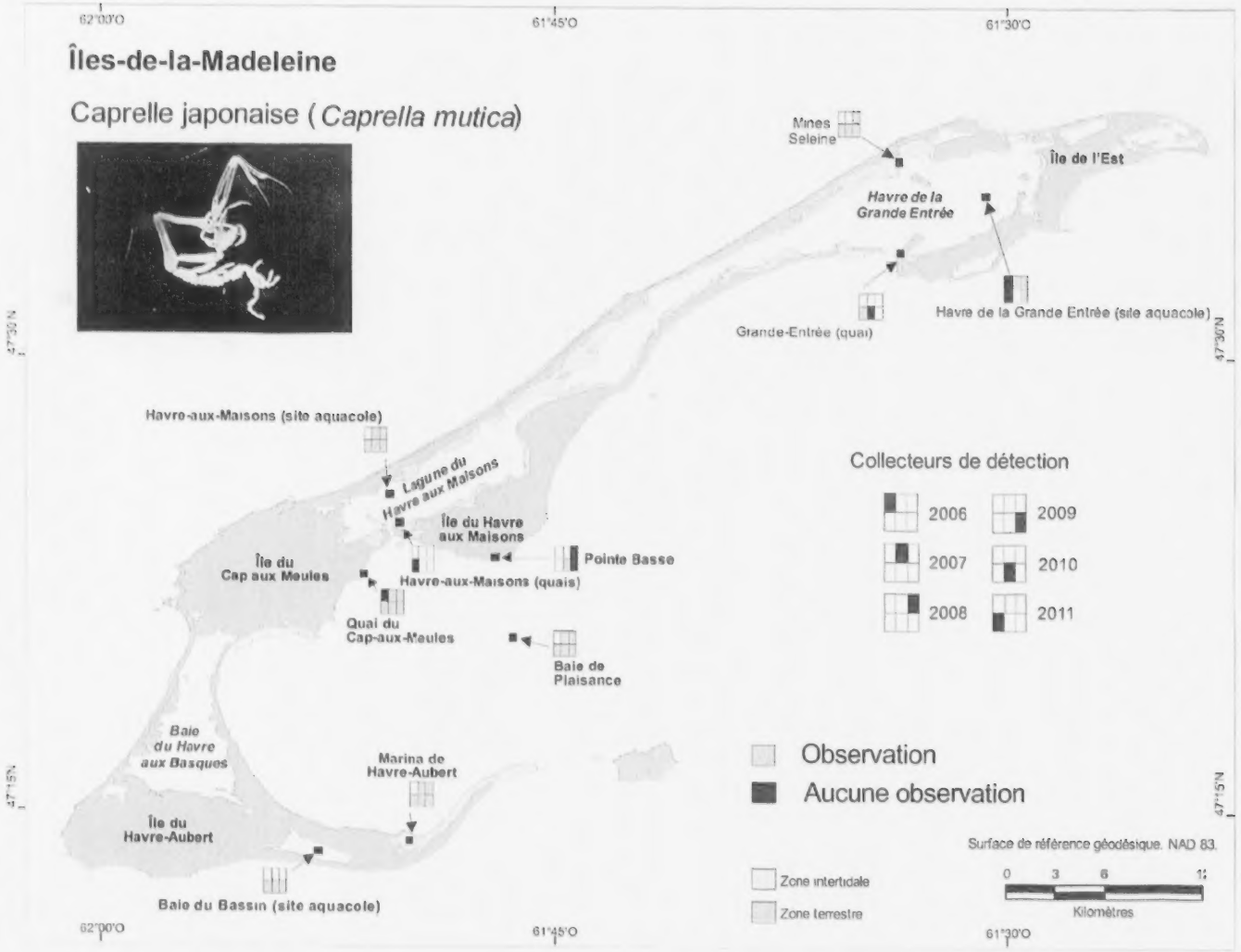

Figure 22. Site et années d'observations de la caprelle japonaise (*C. mutica*) sur des collecteurs de détection aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.

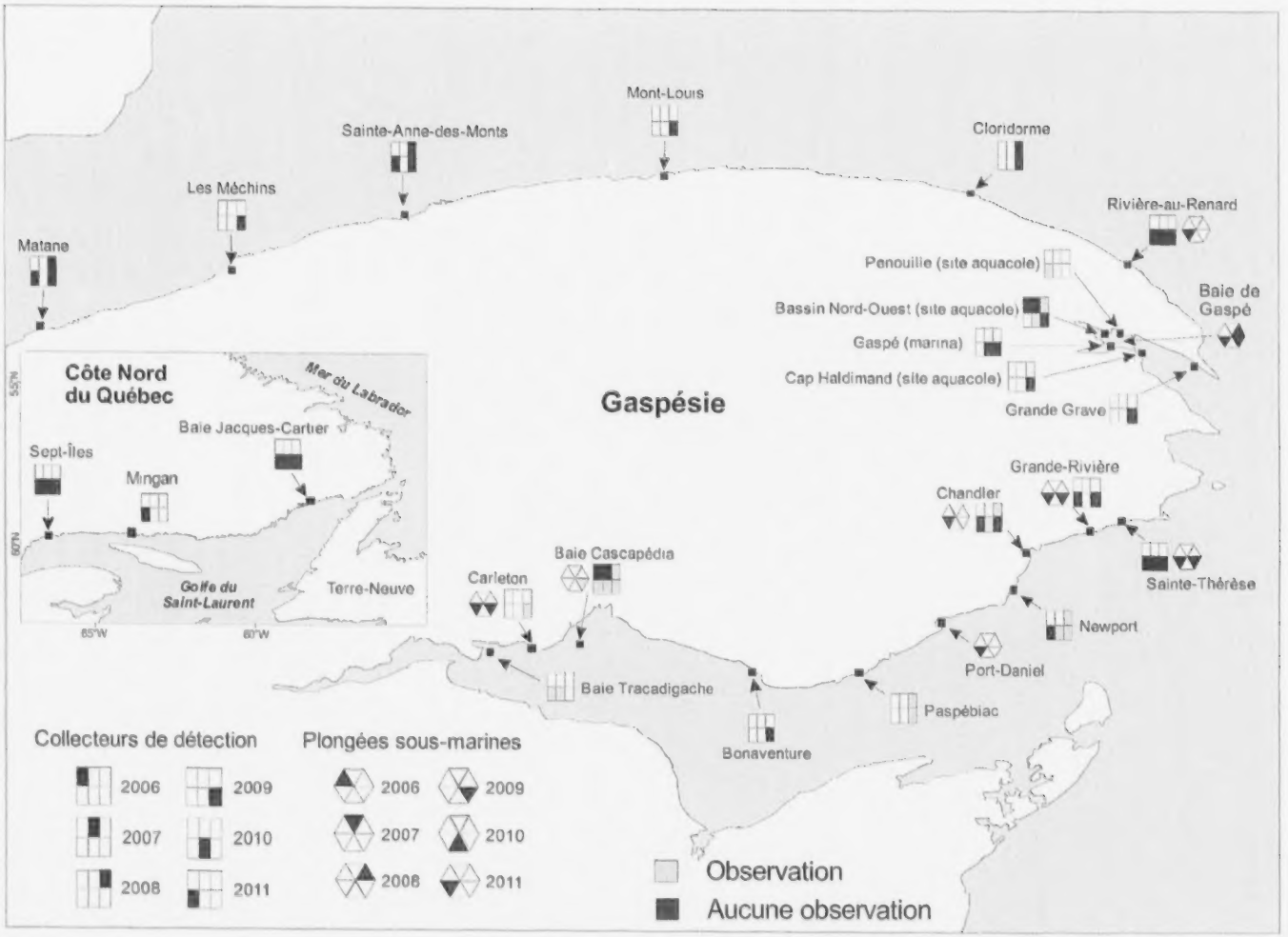

Figure 23. Sites et années d'observations de la caprelle japonaise (*Caprella mutica*) sur des collecteurs de détection et en plongée sous-marine en Gaspésie et sur la Côte-Nord de 2006 à 2011.

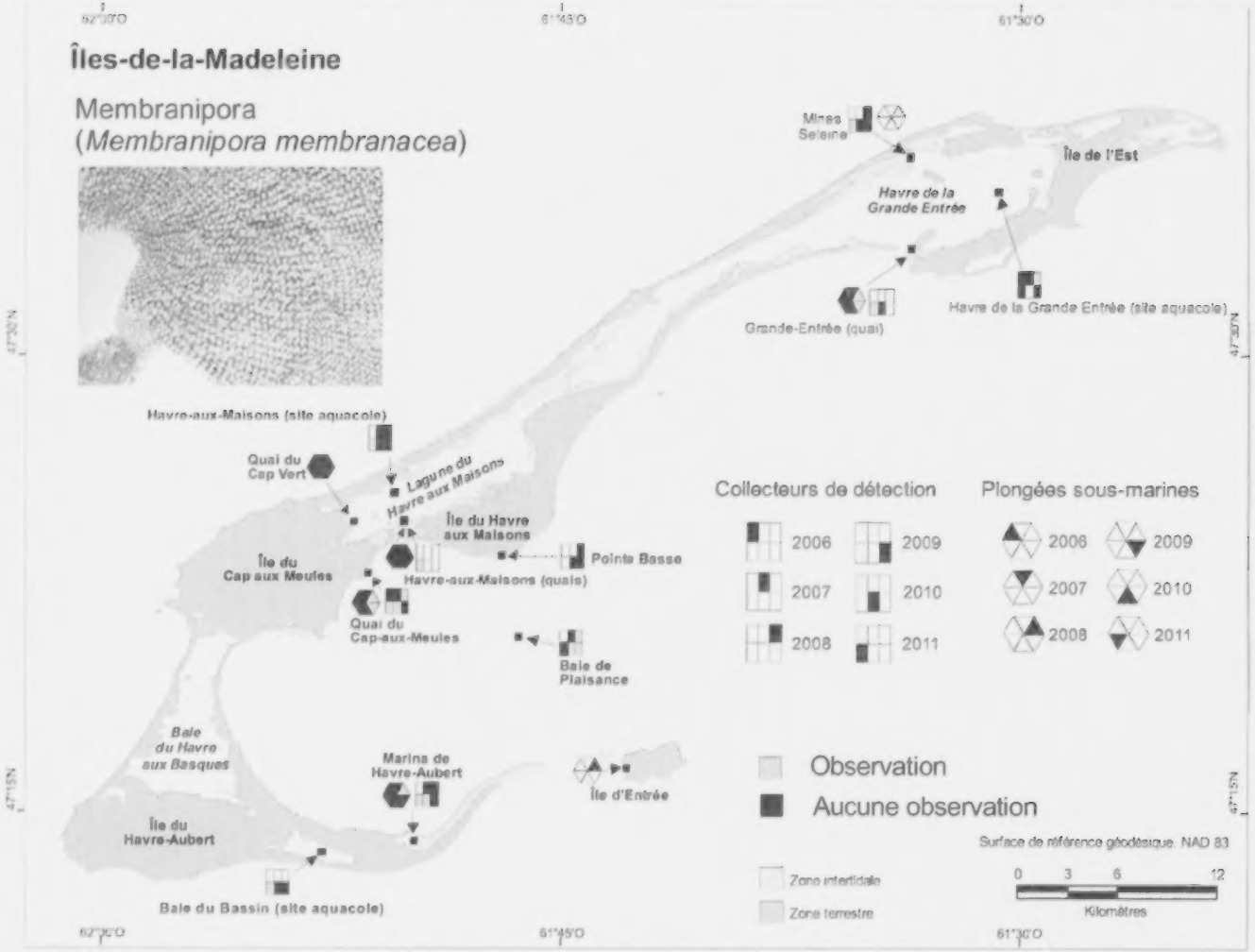

Figure 24. Sites et années d'observations du bryozoaire *Membranipora membranacea* sur des collecteurs de détection et en plongée sous-marine aux Îles-de-la-Madeleine de 2006 à 2011.

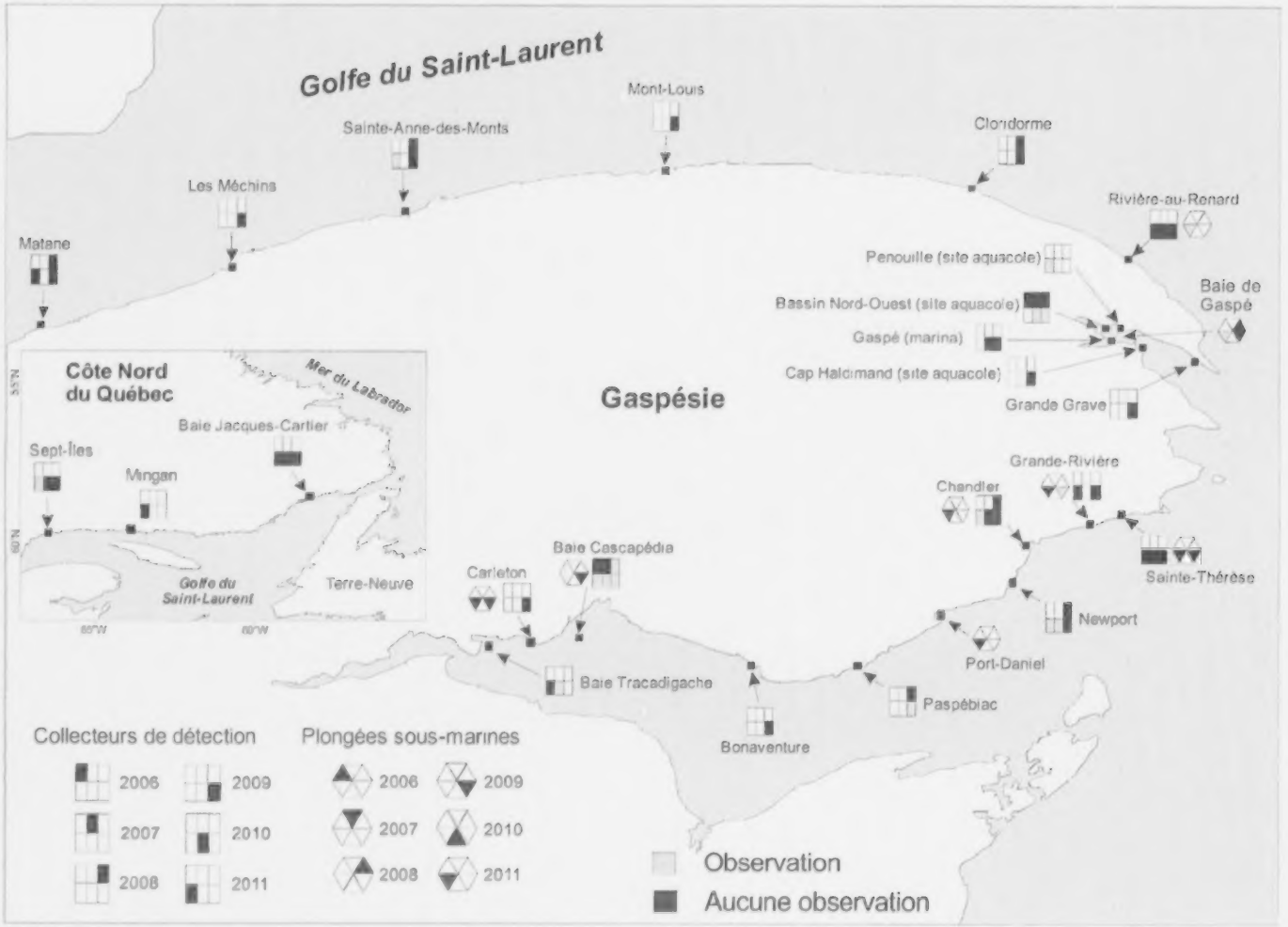

Figure 25. Sites et années d'observations du bryozoaire *Membranipora membranacea* sur des collecteurs de détection et en plongée sous-marine en Gaspésie et sur la Côte-Nord de 2006 à 2011